TRACTATUS MATHEMATICUS

DE

Figurarum Curvilinearum

QUADRATURIS

ET

Locis Geometricis.

Autore

JOHANNE CRAIG.

LONDINI:

Prostant apud *Sam. Smith* & *Benj. Walford*, Societatis Regiæ Typographos, ad Insignia Principis, in Cœmeterio D. *Pauli*. M DC XCIII.

REVERENDO
In Christo Patri & Domino,
D^no GILBERTO,
Providintiâ divinâ, Episcopo *Sarisburiensi*, & Nobilissimi Ordinis à PERISCELIDE
CANCELLARIO.

TRactatum hunc Geometricum tibi (*Reverende Præsul*) *dicatum volui, ut Animi gratitudinem publicè testarer, ob innumeras Benevolentiæ tuæ notas toties & tam munificè in me collatas. Tu Studia nostra Consilio, & Sumptibus tuis promovisti; æquum proinde censeo, ut hoc qualecunque eorum specimen in lucem prodeat Nomini tuo consecratum. Neque tanta est Theologiam inter & Geometriam repugnantia,* (*quicquid Phanatici quidam utriusque pariter Ignari in contrarium obganniant*) *ut tibi res hujusmodi offerre absurdum videatur. Cognoscitur Deus ex operibus, ejusq; opera nemo, nisi Geometriâ adjutus, qui non vel prorsus ignorat, vel leviter admodum intelligit. Deus etenim in singulis Universi partibus formandis Geometram egit perfectissimam, hoc est, ratione operandi certissima & perfectissima semper & ubiq; usus est; quod tibi* (*Reverende Præsul*) *omnibusque interioris Philosophiæ peritis magis est manifestum, quam ut prolixè illud demonstrare necessè habeatur. Qui mirabilem Oculi fabricam bene per-*

 pendet,

pendet, fatebitur utique Deum in illius formatione Leges Opticæ subtilissimas adhibuisse: quique notabilem Musculorum structuram, eorum concinnam cum ossibus unionem, ipsorumque Ossium elegantem compagem, necnon accuratam omnium Artuum connexionem (quibus Motus Animalium peragitur) ritè intelligit; proculdubio inveniet eximium hoc Corporis nostri Automaton fuisse juxta Regulas Mechanicæ Geometricas constructum.

Possem multa alia Divinæ hujus Geometriæ egregia Exempla, ex cœlestium Corporum motibus, aliisque naturæ phænomenis petita proferre; si opportunus daretur locus ea omnia minutatim enucleandi, quæ abundè demonstrarent Geometriam non minus sanæ Theologiæ, quam veræ Philosophiæ ancillari. Sed hæc consultò jam omitto, quorum veritas & evidentia te latere nequeunt, qui Philosophiam chymicis, aliisque experimentis, necnon sublimiores & magis reconditas Mathesios disciplinas tam accuratè prosequutus es, ut sine minima adulationis nota dicere jure liceat, vix aliquem majora auxilia ex solidis hisce fundamentis deduxisse, ad difficiliora Religionis problemata explicanda & stabilienda.

Plura jam non addo, ne officii mei immemor, ulterius quam decet progrediar. Ut te Reipublicæ literariæ Decus, & florentissimæ Ecclesiæ Anglicanæ Ornamentum favore benigno protegat, & incolumem servet, Deum Opt. Max. supplex & ex Animo suo orat,

Servus Tuus Humillimus,

Tuique Observantissimus,

Jo. Craig.

DE
FIGURARUM
QUADRATURIS.

Pars Prior.

In Actis Philosophicis Regiæ Societatis Anni 1686. Specimen exhibui Methodi generalis determinandi Figurarum Quadraturas: cumque postea plus otii nactus fueram, credebam me non posse illud melius, quam in eadem materia ulterius perficiendâ, collocare; plurima enim tum deerant, quæque me jam feliciter obtinuisse spero. Ne autem nimium mihi adscribere, vel aliis detrahere videar, libenter agnosco Leibnitii Calculum differentialem, tanta mihi in his inveniendis suppeditasse auxilia, ut sine illo hæc vix assequi potuissem eâ, qua optabam facilitate: quantopere solidam & sublimiorem Geometriam hoc uno nobilissimo invento adauxerit Celeberrimus ejus Autor, peritissimos hujus ævi Geometras latere non potest; & quam insignis fuerit utilitatis, in dimensionibus Figurarum inveniendis sequens hic Tractatus sufficienter indicabit. Absoluta parte hujus priori, quæ Figuras spectat Algebraicas, & quarum Quadratices sunt etiam Curvæ Algebraicæ; eandem ego Methodum promovere volui ad cæteras Figuras Algebraicas, quarum Areæ non nisi per Curvas transcendentes determinari possunt. Sed deficiente hic Calculo Leibnitii differentiali, nova mihi Tangentium Methodus

 excogitanda

excogitanda erat, quamque ex principiis tam generalibus deduxi, ut nullam respuat transcendentis speciem, vel maximè compositam. Atque hujus ope Circuli & Hyperbolæ Quadraturæ Transcendentes, pari facilitate, qua aliarum Figurarum Quadraturæ Algebraicæ inveniuntur. In eo tamen præsertim nitet non contemnenda Methodi nostræ præstantia, quod uno calculo infinitarum Figurarum Quadraturas absolvat: Et quia infinitæ sunt Figuræ, quarum Areæ cum simplicioribus comparari possunt, ostendam quo pacto comparanda sit quælibet Figura data cum simplicissima ejusdem generis Figura: Unde Theoremata generalia deduco, quibus Quadraturæ particulares absque omni computationis molestia inveniuntur.

Lemma I.

Fig. 1. *Sint duæ Curvæ* FGH, ACS *ita inter se relatæ, ut ductâ* PG *perpendiculari ad quodvis Curvæ punctum* G, *sit intercepta* PM *æqualis lineæ* MC, *quæ est ordinatim applicata alterius Curvæ* ACS *ad Axem communem* AD; *erit dimidium Quadrati ordinatæ* GM *in Curva* FGH, *æqualis Areæ Curvilineæ* AMC, *rectis* AM, MC *& curva altera* AC *comprehensæ, id est* $\frac{1}{2}$GMq=AMC. *Demonstratur hoc Theorema in Lectionibus Geometricis D. D.* Barrow.

Corol. INvenire Quadraturam Areæ cujusvis Curvilineæ AMC, idem est, atque aliam Curvam FGH invenire, cujus intercepta PM sit æqualis ordinatim applicatæ MC in Figura Quadranda AMC. Cujus pulcherrimi Problematis solutionem dabo facilem & generalem, quoniam ex hoc tota nostra Methodus dependet.

Prob. I.

Datâ expressione Analytica interceptæ PM, *æquationem invenire, quæ Curvæ istius* FGH *naturam definiat.*

SIT communis utriusque Curvæ abscissa AM=y, ordinatim applicata GM=x, & MC=z, & (a) quantitas data & determinata, Unitatis Locum supplens, ad efficiendos (si opus fuerit) omnes terminos æqualium dimensionum. *Solutio*: Reducatur expressio Analytica interceptæ PM (seu MC) ad formam simplicissimam, liberando terminum y, quantum fieri potest, à signis

Radicalibus,

Radicalibus, (si talia occurrant) ita tamen ut quantitas y extra vinculum generale non habeat Exponentes diversæ Denominationis, ab exponentibus ejusdem, qui sunt sub vinculo: Expressio sic reducta multiplicetur per quantitatem y: Et apponantur omnes Potestates (quantitatis y) quæ sub maxima producti potestate continentur; tales autem, ut Potestates appositæ habeant exponentes ejusdem Naturæ & Denominationis cum exponente maximæ Potestatis in producto: Afficiantur hi termini coefficientibus b, c, d, e, f, &c. quantitates incognitas Denotantibus; erunt hi termini (quibusvis signis connexi) altera pars æquationis quæsitæ, cujus altera est $xx = GMq$, vel saltem quæsitam eminenter continebit. Atque hoc faciendum est, sive exponens maximæ potestatis sit affirmativus, seu negativus, integer, seu fractus: Ut si valor lineæ PM (seu MC) in y multiplicatus habeat y^6 maximam Dignitatem quantitatis y extra vinculum, apponendæ sunt omnes Dignitates, quarum Exponentes continentur sub 6; erunt itaque termini apponendi y^6, y^5, y^4, y^3, y^2, y^1, y^0 $(=1)$: Vel si reperiatur in producto y^{-6} extra vinculum, erunt termini apponendi, y^{-6}, y^{-5}, y^{-4}, y^{-3}, y^{-2}, y^{-1}, y^{-0} $(=1)$: Vel si $y^{\frac{7}{2}}$ sit maxima Dignitas in producto extra vinculum, erunt termini apponendi $y^{\frac{7}{2}}$, $y^{\frac{6}{2}}$, $y^{\frac{5}{2}}$, $y^{\frac{4}{2}}$, $y^{\frac{3}{2}}$, $y^{\frac{2}{2}}$, $y^{\frac{1}{2}}$, $y^{\frac{0}{2}}$ $(=1)$: Vel denique sit maximus producti terminus $y^{-\frac{5}{3}}$, erunt potestates apponendæ $y^{-\frac{5}{3}}$, $y^{-\frac{4}{3}}$, $y^{-\frac{3}{3}}$, $y^{-\frac{2}{3}}$, $y^{-\frac{1}{3}}$, $y^{-\frac{0}{3}}$ $(=1)$. Ex æquatione hoc modo constituta investigetur valor analyticus interceptæ PM per Leibnitii Methodum in Actis Eruditorum explicatam; & comparetur ejus valor sic repertus cum valore ejus dato, secundum cognitas Comparationum Leges à Cartesio expositas, unde novæ æquationes resultabunt, quæ coefficientes b, c, d, e, &c. determinabunt: Et coefficientium valores in æquatione substituti æquationem quæsitam præcise constituent; rejectis iis terminis, quorum coefficientes nihilo æquales inveniuntur, vel absurdum involvunt. *Pag. 467. An. 1684.*

Schol. Sicubi ordinatim applicata MC, vel intercepta PM ad simplicissimam formam reducta habeat diversas potestates quantitatis y extra vinculum universale, tum apponendæ erunt potestates sub singulis contentæ: Vel si plura habuerit vincula composita, tum quod hic cum uno faciendum præscribitur, cum reliquis pariter fieri debet. Sequentia Exempla hæc omnia illustrabunt.

Exemplum 1. Invenienda sit Quadratura Figuræ AMC cujus Natura exprimitur hac æquatione $z^2 = y^4 + aayy$ valor ordinatæ z ad simplicissimam formam reductæ erit $z = y\sqrt{yy+aa}$: Ut habeatur hujus Figuræ Quadratura, invenienda est alia Curva FGH in qua intercepta PM sit $y\sqrt{y^2+a^2}$, ut patet ex Corolario Lemmatis 1; ideo juxta Regulam in Solutione Problematis 1. præscriptam, multiplicandus est valor datus lineæ PM (seu MC) per y, unde productum erit $yy\sqrt{y^2+a^2}$: Jam quia maxima dignitas extra vinculum est y^2, ideo apponendi sunt omnes termini inferiores scil. y^2, y^1, y^0 $(=1)$ ipso semper maximo termino incluso, qui coefficientibus incognitis affecti æquari debent Quadrato quantitatis x, unde æquatio quæsitam eminenter continens erit $by^2 + cay + ea^2 \times \sqrt{y^2+a^2} = xx$. Ex hac æquatione investigetur valor Analyticus Lineæ PM per Leibnitii Methodum hoc modo; compendii gratia ponatur $by^2+cay+ea^2 = p$, atque $\sqrt{y^2+a^2} = q$, unde $pq = xx$, cujus æquatio differentialis est $pdq + qdp = 2xdx$, sed $dq = \frac{ydy}{\sqrt{yy+aa}}$, & $dp = 2bydy + cady$, restituantur itaque valores quantitatum p, q, nec non dp, dq in æquatione differentiali, eritque illa hujusmodi,

$$\frac{by^3+cay^2+ea^2y \times dy}{\sqrt{y^2+a^2}} + 2by\sqrt{y^2+a^2} \times dy + ca\sqrt{y^2+a^2} \times dy = 2xdx.$$

Et omnibus terminis sub eodem communi denominatore reductis, erit $\frac{3by^3+2cay^2+ea^2y+2ba^2y \times dy}{\sqrt{yy+aa}} = 2xdx$

hæc æquatio differentialis in Analogiam resoluta dabit,

$$dy \,.\, dx :: 2x \,.\, \frac{3by^3+2cay^2+ea^2y+2ba^2y+ca^3}{\sqrt{y^2+a^2}} :: x \,.\, \mathrm{PM}.$$ Et proinde

invenietur $\mathrm{PM} = \frac{3by^3+2cay^2+ea^2y+2ba^2y+ca^3}{2\sqrt{y^2+a^2}} = y\sqrt{y^2+a^2}$:

Hæc æquatio à fractis & surdis liberata, multiplicando totam per denominatorem prioris partis dabit.

$$\left.\begin{array}{l} 3by^3+2cay^2+ea^2y+ca^3 \\ +2ba^2y \end{array}\right\} = 2y^3+2a^2y$$

Comparando itaque terminos hujus æquationis, erit primò $3b=2$, unde $b=\frac{2}{3}$; ſecundò $2c=0$, unde $c=0$; tertiò $e+2b=2$, unde $e=\frac{2}{3}$; quarto denique $c=0$, ut prius: Ex quibus manifeſtum eſt terminum à coefficiente c affectum æquationis quæſitæ compoſitionem non ingredi, ſed ſolos terminos à coefficientibus b, & e affectos, quarum valores in æquatione aſſumpta ſubſtituti dabunt quæſitam ſcil. $\frac{2y^2+2a^2}{3}\times\sqrt{y^2+a^2}=xx$, quæ definit Curvam FGH in qua intercepta PM eſt æqualis ordinatæ MC in Figura quadranda AMC, ideoque per Lemma 1. erit ejus Area $=\frac{y^2+a^2}{3}\times\sqrt{y^2+a^2}=$ $=\frac{1}{2}xx$; quæ non competit portioni AMC, ſed eandem excedit toto ſpatio $\frac{1}{3}a^3$, quod ſuo loco fuſius explicabitur.

Exemp. 2. Eſto natura Curvæ ACS talis $z^2=y^3+ay^2$, & inveniendа ſit ejus Areæ Dimenſio: Ordinata ad ſimpliciſſimam formam reducta eſt $z=y\sqrt{y+a}$. Et juxta præſcriptum Regulæ primi Problematis $by^2+cay+da^2\times\sqrt{y+a}=xx$ eſt æquatio eminenter continens illam, quæ definit Curvam quæſitam FGH, (in qua $PM=y\sqrt{y+a}=MC$) ex qua æquatione inveniatur valor lineæ PM ut jam explicui; hic valor adæquetur valori ejus dato; liberetur hæc æquatio à fractis & ſurdis, & dein termini ritè inter ſe comparentur; ex his comparationibus invenies $b=\frac{4}{5}$, $c=\frac{4}{15}$, $d=-\frac{8}{15}$, hi coefficientium valores in propriis locis ſubſtituti dabunt $\frac{4}{5}y^2+\frac{4}{15}ay-\frac{8}{15}a^2\times\sqrt{y+a}=xx$, quæ definit Curvam quæſitam FGH, cujus intercepta PM eſt $y\sqrt{y+a}$; & proinde per Lemma 1.

Area quæſita $=\frac{6y^2+2ay-4aa}{15}\times\sqrt{y+a}=\frac{1}{2}xx$.

Exemp. 3. Determinanda ſit Quadratura Figuræ AMC cujus proprietas eſt hujuſmodi $z=\frac{1}{y^3}\sqrt{\frac{ay^8-a^9}{y}}$; hic valor lineæ PM in y multiplicatus eſt $\frac{1}{y^2}\sqrt{\frac{a^8y-a^9}{y}}$; ubi maxima dignitas extra vinculum eſt $\frac{1}{y^2}=y^{-2}$; appoſitis itaque poteſtatibus inferioribus cum coefficientibus

cientibus incognitis erit $\frac{b}{yy} + \frac{c}{ay} + \frac{d}{aa}\sqrt{\frac{a^8y-a^9}{y}} = xx$, ex qua invenio valorem interceptæ PM, quem comparo cum valore ejus dato, & sic innotescunt coefficientes b, c, d, scil. $b = \frac{4}{5}$, $c = -\frac{4}{15}$, $d = -\frac{8}{15}$, quibus in æquatione substitutis erit $\frac{4}{5yy} - \frac{4}{15ay} - \frac{8}{15aa} \times \sqrt{\frac{a^8y-a^9}{y}} = x^2$; quæ definit Curvam FGH, in qua PM=MC. Ergo per Lemma 1.

$$\text{Area quæsita} = \frac{2}{5yy} - \frac{2}{15ay} - \frac{4}{15aa} \times \sqrt{\frac{a^8y-a^9}{y}} = \tfrac{1}{2}xx.$$

Exemp. 4. Sit $z = \sqrt{y} \times \sqrt{a+\sqrt{y^3}}$ proprietas Figuræ AMC, cujus Area est inveniend: ut hæc habeatur, invenienda primò est alia Curva FGH in qua $PM = \sqrt{y} \times \sqrt{a+\sqrt{y^3}}$ seu $y^{\frac{1}{2}} \times \sqrt{a+y^{\frac{3}{2}}}$: Jam verò hic valor lineæ PM in y multiplicatus dat $y^{\frac{3}{2}} \times \sqrt{a+y^{\frac{3}{2}}}$, & maxima dignitas extra vinculum compositum est numerus fractus, appositis itaque potestatibus inferioribus cum coefficientibus incognitis, erit $by^{\frac{3}{2}} + cy^{\frac{2}{2}} + dy^{\frac{1}{2}} + ey^{\frac{0}{2}} \times \sqrt{a+y^{\frac{3}{2}}} = x^2$, hoc est $b\sqrt{y^3} + c\sqrt{ay^2} + d\sqrt{a^2y} + e\sqrt{a^3} \times \sqrt{a+\sqrt{y^3}} = xx$; ex hac æquatione inveniatur valor lineæ PM, qui cum valore ejus dato comparatus determinabit coefficientes, scil. $b = \frac{8}{9}$, $c = 0$, $d = 0$, $e = \frac{8}{9}$, unde $\frac{8\sqrt{y^3} + 8\sqrt{a^3}}{9} \times \sqrt{a+\sqrt{y^3}} = xx$, quæ æquatio definit Curvam FGH in qua intercepta PM æqualis est ordinatim applicatæ datæ Figuræ AMC: Ergo per Lemma 1.

$$\text{Area quæsita} = \frac{4\sqrt{y^3} + 4\sqrt{a^3}}{9} \times \sqrt{a+\sqrt{y^3}} = \tfrac{1}{2}xx.$$

Exemp. 5. Quæritur quadratura Figuræ AMC, quam comprehendit Curva AC cujus æquatio est $z^2 = \frac{y^3}{y+a}$, unde valor ordinatæ $z = y \times \frac{1}{\sqrt{y+a}}$, vel secundum aliam notandi formulam $z = y\,\sqrt{y+a}^{\,-2}$: vel tertio $z = y \times \overline{y+a}\,|^{-\frac{1}{2}}$, quoniam hic casus nonnullam habet difficultatem, visum est Leibnitii Calculum, juxta omnes illas notandi formulas illustrare. Ex prima itaque erit

$byy+$

$\frac{byy + cay + ea^2}{\sqrt{y+a}} = x^2$, compendii gratia ponatur $byy + cay + ea^2 = p$, $\sqrt{y+a} = q$, unde æquatio erit $\frac{p}{q} = xx$, cujus æquatio differentialis ex Autoris regula Divisionis pro priori, & potentiarum pro secunda parte dabit $\frac{\pm pdq \mp qdp}{qq} = 2xdx$. Signa ambigua quod attinet, notandum est, illa duobus modis posse explicari, quamvis Curva FGH sit adhuc incognita, & primo quidem ex data Curva ACS innotescet an crescentibus abscissis, crescant pariter ordinatæ; an contra: (quoniam Area Curvæ datæ æqualis est dimidio Quadrati ordinatæ in Curva incognita FGH) ideoque secundum ea, quæ Autor habet de signis ambiguis Pag. 468. *Act. Erud.* Anni 1684. eorum etiam valor innotescet. Secundo explicari possunt signa illa ambigua per comparationem factam cum terminis utriusque valoris interceptæ PM. Jam quia crescente abscissa AM, crescit pariter Area AMC, ideoque etiam incognita ordinata GM, concludendum est fractionem in præcedenti æquatione differentialem ita explicandam esse, ut ejus valor sit affirmativus, quod fiet si prius signum statuatur negativum, posterius verò affirmativum, hoc est $\frac{-pdq + qdp}{qq} = 2xdx$. Et restitutis valoribus quantitatum p, & q erit

$$\left.\frac{\frac{-by^2 - cay - eaa \times dy}{2\sqrt{y+a}} + \sqrt{a+y} \times 2bydy + cady}{y+a}\right\} = 2xdx$$

Quæ in Analogiam resoluta dabit incognitum valorem interceptæ PM, nimirum,

$$\left.\frac{\frac{-by^2 - cay - eaa}{2\sqrt{y+a}} + \sqrt{y+a} \times 2by + ca}{2y+2a}\right\} = \frac{y}{\sqrt{y+a}} = z = PM.$$

Atque hæc æquatio à fractis & surdis liberata (quæ operatio semper facillime perficitur) dabit

$$\left.\begin{matrix} 3by^2 + cay + 2ca \\ +4bay - eaaa \end{matrix}\right\} = 4y^2 + 4ay$$

Erit

Erit prima comparatio $3b = 4$, unde $b = \frac{4}{3}$; ſecunda $c + 4b = 4$, unde $c = -\frac{4}{33}$ tertia $2c - e = 0$, unde $e = -\frac{4}{3}$. Et proinde æquatio Curvam FGH definiens eſt

$$\frac{4y^2 - 4ay - 8aa}{3\sqrt{y+a}} = x^2;\ \&\ \text{Area} = \frac{2y^2 - 2ay - 4aa}{3\sqrt{y+a}} = \frac{1}{2}xx =$$

$$= \tfrac{2}{3}\sqrt{y^3 - 3ay^2 + 4a^3}.$$

Ex ſecundo modo deſignandi ordinatam z (ſeu lineæ PM valorem) erit juxta Problematis primi ſolutionem

$byy + cay + eaa \times \sqrt[-2]{y+a} = xx$; compendii gratia $byy + cay + eaa = p$, $\sqrt[-2]{y+a} = q$, unde $pq = xx$; cujus æquatio differentialis ex Autoris regula multiplicationis pro priori, & potentiarum pro poſteriori parte dabit $pdq + qdp = 2xdx$. Atqui per Regulam radicum $dq = \frac{dy}{-2\sqrt[-2]{y+a}}$, & potentiarum $dp = 2by + ca \times dy$; quæ in æquatione differentiali ſubſtitutæ dabunt

$$\frac{by^2 + cay + eaa \times dy}{-2\sqrt[-2]{y+a}} + dy\sqrt[-2]{y+a} \times 2by + ca = 2xdx$$

Ex qua æquatione in Analogiam reſoluta invenietur expreſſio Analytica, lineæ PM, quæ æquata expreſſioni ejuſdem datæ erit

$$\left.\frac{-3by^2 - cay - 4bay + eaa - 2caa}{-4\sqrt[-2]{y+a}}\right\} = y\sqrt[-2]{y+a}$$

Ex hac æquatione à fractis & ſurdis liberata reſultabit demum hæc æquatio.

$$\left.\begin{matrix} -3byy - cay + eaa \\ -4bay - 2caa \end{matrix}\right\} = -4yy - 4ay.$$

Erit prima comparatio $-3b = -4$, unde $b = \frac{4}{3}$; ſecunda $-c - 4b = -4$, unde $c = -\frac{4}{3}$; tertia denique $e - 2c = 0$, unde $e = -\frac{8}{3}$: Ipſi nimirum valores, qui in priori calculo inventi ſunt: Et proinde

$$\frac{4yy - 4ay - 8aa}{3} \times \sqrt[-2]{y+a} = xx;\ \text{Area} = \frac{yy - ay - 2aa}{3} \times 2\sqrt[-2]{y+a} =$$

$$= \tfrac{2}{3}\sqrt{y^3 - 3ayy + 4a^3} = \tfrac{1}{2}xx.$$

Ex

Ex tertia itaque notandi formula erit $by y + cay + \overline{eaa} \times \overline{y+a}|^{-\frac{1}{2}} = xx$; Cujus æquatio Differentialis per Leibenitii regulas est

$$\overline{byy + cay + eaa} \times -\tfrac{1}{2}\overline{y+a}|^{-\frac{3}{2}} + \overline{y+a}|^{-\frac{1}{2}} \times 2by + ca \Big\} dy = 2xdx.$$

ex qua invenietur valor lineæ PM, qui valori ejus dato æquatus, & ablatis surdis & fractis, $\left.\begin{matrix} \frac{3}{2}by^2 + \frac{1}{2}cay - \frac{1}{2}eaa \\ +2b \quad + caa \end{matrix}\right\} = 2y^2 + 2ay$: Unde prima comparatio $\frac{3b}{2} = 2$, unde $b = \frac{4}{3}$; secunda $\frac{1}{2}c + 2b = 2$, unde $c = -\frac{4}{3}$; tertia $-\frac{1}{2}e + c = 0$, unde $e = -\frac{8}{3}$; Restitutis valoribus coefficientium modo inventis, erit

$$\tfrac{4}{3}yy - ay - 2a^2 \times \overline{y+a}|^{-\frac{1}{2}} = x^2;\ \text{Area} = \tfrac{2}{3} \times yy - ay - 2aa \times \overline{y+a}|^{-\frac{1}{2}} = \tfrac{2}{3}\sqrt{y^3 - 3ay^2 + 4aa} = \tfrac{1}{2}xx.$$

Exemp: 6. Sit $z^2 a^5 = 9y^7 + 21ay^6 + 16aay^5 + 4a^3y^4$: Simplicissima Ordinatæ z expressio analytica est $z = 3y^2 + 2ay \times \sqrt{\dfrac{y^3 + ay^2}{a^5}}$: Unde juxta solutionem primi Problematis

$$by^3 + cay^2 + daay + ea^3 \times \sqrt{\frac{y^3 + ay^2}{a}} = xx.$$

Et determinatis coefficientibus ut jam ostensum est, invenietur $b = \frac{4}{3}$, $c = \frac{4}{3}$, $d = 0$, $e = 0$; Ex quibus manifestum est

$$\text{Aream} = \frac{2y^3 + 2ay^2}{3aa} \times \sqrt{\frac{y^3 + ay^2}{a}} = \tfrac{1}{2}xx.$$

Atque hoc modo habentur cæterarum Figurarum Quadraturæ, quando per æquationem finitam explicari possunt; & exempla jam adducta satis ostendunt, qualis in similibus fieri debeat processus; nihilque difficultatis hic occurrere potest, dummodo Lector in sæpe memorato Leibnitii Calculo versatus fuerit. Pars vero Methodi nostræ longe præstantior hæc est, qua uno hujusmodi calculo infinitarum Figurarum Quadraturæ determinantur, quarum ne una quidem, ante specimen nostrum in Actis Philosophicis

editum, inveniri possit certa Methodo publici juris facta.

Exemp. 7. Inveniendæ sint Quadraturæ omnium Figurarum AMC, quarum naturæ hac æquatione generali $z = y\sqrt[r]{y+a}$ definiuntur, in qua r denotat exponentem vinculi radicalis Quadratici, Cubici, *&c.* Ex problemate primo constat $by^2 + cay + eaa \times \sqrt[r]{y+a} = xx$ eminenter continere Curvam FGH in qua PM $=$ MC; ut ergo habeatur valor Analyticus interceptæ PM, ponatur compendii gratia $by^2 + cay + eaa = p$, $\sqrt[r]{y+a} = q$ unde $pq = xx$, cujus æquatio differentialis est $pdq + qdp = 2xdx$; sed per Leibnitii Regulas $dq = \dfrac{dy}{r\sqrt[r]{\overline{y+a}|^{r-1}}}$, $dp = 2bydy + cady$,

quare $\dfrac{by^2 + cay + eaa \times dy}{r\sqrt[r]{\overline{y+a}|^{r-1}}} + dy\sqrt[r]{y+a} \times 2by + ca = 2xdx$.

Quæ in Analogiam resoluta, & rite tractata, ut in præcedentibus, dabit,

$$\left.\begin{array}{c} \dfrac{byy + 2rby^2 + cay + 2rbay + rcay + eaa + rcaa}{2r\sqrt[r]{\overline{y+a}|^{r-1}}} \end{array}\right\} = y\sqrt[r]{y+a} = z = \mathrm{PM}$$

hæc æquatio à fractis & surdis liberata, multiplicando per denominatorem partis, erit

$$\left.\begin{array}{l} byy + cay + eaa \\ rbyy + 2rbay + rcaa \\ + rcay \end{array}\right\} = 2ryy + 2ray.$$

Erit

Erit prima comparatio $b + 2rb = 2r$, unde $b = \dfrac{2r}{2r+1}$;

Secunda comparatio $c + 2rb + rc$, unde $c = \dfrac{2r}{2r+1 \times r+1}$;

Tertia comparatio $e + rc = o$, unde $e = -rc = -\dfrac{2rr}{2r+1 \times r+1}$;

quibus in æquatione propria ſubſtitutis, erit,

$$\frac{2ryy}{2r+1} + \frac{2ray - 2rraa}{2r+1 \times r+1} \times \sqrt[r]{y+a} = xx$$

Ideoque per Lemma præcedens manifeſtum eſt fore etiam

$$\text{Aream} = \frac{ryy}{2r+1} + \frac{ray - rraa}{2r+1 \times r+1} \times \sqrt[r]{y+a} = \tfrac{1}{2}xx$$

Quæ exprimit Quadraturas omnium Figurarum, quarum Naturæ definiuntur prædicta æquatione generali; & Quadratura cujuſvis figuræ particularis ſub hac incluſæ habetur ſubſtituendo particularem exponentis r valorem in hac Quadratura generali: Sic ſi $r=2$, habetur Quadratura particularis Secundi Exempli; vel ſi $r=-2$; habetur Area Figuræ quinto Exemplo propoſitæ; ut de aliis Infinitis nihil dicam, quæ eadem facilitate inde eliciuntur.

Exemp. 8. Inveniendæ ſint Quadraturæ omnium Figurarum, AMC, quarum curvæ definiuntur hac generali æquatione $zz = yy\sqrt[r]{y+a}$: per Problemata noſtrum primum erit $by^3 + cayy + faay + eaa \times \sqrt[r]{y+a} = xx$, ex qua inventus valor Lineæ PM æquetur dato ejus valori; & æquatio à fractis & ſurdis liberata erit

$$\left.\begin{array}{l} byyy + cayy + faay + eaaa \\ 3rbyyy + 3rb + 2rc + rf \\ \qquad\;\; + 2rc + rf \end{array}\right\} = 2ryyy + 2rayy.$$

Facta comparatione terminorum ultimæ æquationis, erit $b + 3rb = 2r$, unde $b = \frac{2r}{3r+1}$;

Secundò, $c + 3rb + 2rc = 2r$, unde $c = \frac{2r}{\overline{3r+1} \times \overline{2r+1}}$.

Tertiò, $f + 2rc + rf = 0$, unde $f = -\frac{4rr}{\overline{3r+1} \times \overline{2r+1} \times \overline{r+1}}$

Quarta denique comparatio $e + rf = 0$, unde $e = \frac{4rrr}{\overline{3r+1} \times \overline{2r+1} \times \overline{r+1}}$;

Substituantur hi valores coefficientium in propria æquatione, & invenietur.

$$\text{Area} = \frac{ry^3}{3r+1} + \frac{rayy}{\overline{3r+1} \times \overline{2r+1}} - \frac{2rraay + 2rrra^3}{\overline{3r+1} \times \overline{2r+1} \times \overline{r+1}} \times \sqrt[r]{y+a} = \tfrac{1}{2} xx.$$

Cum ex duobus ultimis Exemplis observassem coefficientium valores regulari quodam ordine progredi, suspicatus sum eundem progressum in infinitum usque continuari; placet enim *Naturæ* constans & perpetua Uniformitas. Et facto periculo, rem ita se habere compertum habui. Processus erat ejusmodi.

Sit $z = y^n \times \sqrt[r]{y+a}$ æquatio à qua definiuntur omnes curvæ ACS, quæ comprehendunt totidem Areas AMC, quarum Quadraturæ sunt inveniendæ. Juxta Solutionem primi Problematis, multiplicetur hic valor Ordinatæ z (seu interceptæ PM) per y; eritque productum $y^{n+1} \times \sqrt[r]{y+a}$: Ubi indefinitus numerus $n+1$ est exponens maximæ dignitatis extra vinculum; ideoque potestates inferiores adjiciendæ sunt infinitæ; nimirum juxta Regulam nostram,

$$by^{n+1} + cy^{n} + dy^{n-1} + ey^{n-2} + fy^{n-3} \,\&c. \times \sqrt[r]{y+a} = xx.$$

Ex

Ex hac æquatione investigo valorem Lineæ PM per Leibnitii Methodum, qui æquatus valori ejus dato erit post ulicatam reductionem,

$$\left.\begin{array}{lllll} \overline{n+1}\times rby^{n} & +\overline{n}\times rcy^{n-1} & +\overline{n-1}\times rdy^{n-2} & +\overline{n-2}\times rey^{n-3} & +\overline{n-3}\times rfy^{n-4} \\ +b & +\overline{n+1}\times rb & +n\times rc & +\overline{n-1}\times rd & +\overline{n-2}\times re \ \&c. \\ & +c & +d & +e & +f \end{array}\right\} = 2ry^{n+1} + 2ray^{n}.$$

Facta jam comparatione omnium terminorum hujus æquationis, invenientur coefficientium Determinationes hujusmodi:

Prima, $b = \dfrac{2r}{\overline{n+1}\times r+1}$

Secunda, $c = \dfrac{2r}{\overline{n+1}\times r+1\times\overline{n\times r+1}}$

Tertia, $d = \dfrac{n\times 2r^{2}}{\overline{n+1}\times r+1\times\overline{n\times r+1}\times\overline{n-1\times r+1}}$

Quarta, $e = \dfrac{n\times\overline{n-1}\times 2r^{3}}{\overline{n+1}\times r+1\times\overline{n\times r+1}\times\overline{n-1\times r+1}\times\overline{n-2\times r+1}}$

Quinta, $f = \dfrac{n\times\overline{n-1}\times\overline{n-2}\times 2r^{4}}{\overline{n+1}\times r+1\times\overline{n\times r+1}\times\overline{n-1\times r+1}\times\overline{n-2\times r}\times\overline{n-3\times r+1}}.$

Ex compositione quinque harum coefficientium liquet, quomodo cæteræ omnes in infinitum absque ulteriori calculo formari possunt; præterea ob progressionem $n\times\overline{n-1}\times\overline{n-2}\times\overline{n-3}\times\overline{n-4}$ &c. in numeratore coefficientium, si (n) sit numerus integer & positivus, vel nihilo æqualis, tum Figuræ AMC Quadratrix FGH erit Curva Algebraica, in cujus æquatione tot semper erunt coefficientes b, c, d, &c. quot sunt Unitates in $n+1$; & eorum signa quod attinet, post duo priora, quæ semper sunt affirmativa; negativum & affir-

mativum se invicem alternatim sequuntur, *scil.* $+b+c-d+e-f+$ $+g-h+k$, &c. Atque sic Methodus nostra, non modo infinitarum Figurarum Quadraturas (ob indefinitam exponentem r ut in *Exemp.* 7, 8.) Sed etiam aliam Quadraturarum infinitatem uno simplicissimo & facillimo Calculo absolvit: Duæ enim hic existunt exponentes indefinitæ n, r, quarum quælibet infinities variari potest. Sed tamen multo generaliores reddi possunt, si non tantum Vinculi exponens (r), & quantitatis y extra vinculum (n); sed etiam exponens quantitatis y sub vinculo poneretur indefinita; quomodo autem hoc præstari possit, artificio postea tradendo explicabitur.

Exemp. 9. Inveniendæ sint Quadraturæ omnium Figurarum AMC, quarum naturæ exprimuntur hac æquatione $z = y + a \times \sqrt[r]{y+a}$: per Prob. 1. Æquatio definiens harum Quadratrices FGH (ubi PM=MC) est $dyy + eay + fa^2 \times \sqrt[r]{y+a} = xx$, ex qua pervenietur tandem (per Calculum sæpe explicatum) ad hanc æquationem.

$$\left.\begin{array}{lll} +dyy & +eay & +faa \\ +2rd & +re & +re \\ & +2rd & \end{array}\right\} = 2ryy + 4ray + 2raa.$$

Prima comparatio $d + 2rd = 2r$, unde $d = \dfrac{2r}{2r+1}$;

Secunda comparatio $e + re + 2rd = 4r$, unde $e = \dfrac{4rr + 4r}{2r+1 \times r+1}$;

Tertia $f + re = 2r$, unde $f = \dfrac{2rr + 2r}{2r+1 \times r+1}$;

Substitutis his coefficientium valoribus habetur Quadratura universalis quæsita; *scil.*

$$\text{Area} = \frac{ryy}{2r+1} + \frac{\overline{2rr+2r} \times ay + \overline{rr+r} \times aa}{2r+1 \times r+1} \times \sqrt[r]{y+a} = \tfrac{1}{2}xx.$$

Exemp. 10.

Exemp. 10. Inveniendæ ſint Quadraturæ omnium Figurarum AMC quarum proprietates hæc æquatio $z = \overline{yy + ay} \times \sqrt{y + a}$ includit: Erit $\overline{cy^3 + day^2 + eaay + fa^3} \times \sqrt{y + a} = xx$; ex qua inventus valor lineæ PM (ſeu z) æquetur valori ejus dato, & pervenietur (ut ſupra) ad hac æquationem.

$$\left.\begin{array}{l} + cy^3 + dayy + eaay + faaa \\ + 3rc + 2rd + re + re \\ \qquad + 3rc + 2rd \end{array}\right\} = 2ryyy + 4rayy + 2raay.$$

Erit Prima comparatio $3rc + c = 2r$, unde $c = \frac{2r}{3r+1}$;

Secunda erit $d + 2rd + 3rc = 4r$, unde $d = \frac{6rr + 4r}{3r+1 \times 2r+1}$;

Tertia $e + re + 2rd = 2r$, unde $e = \frac{2rr + 2r}{3r+1 \times 2r+1 \times r+1}$;

Quarta denique comparatio $f + re = 0$, quæ poſt reductionem dabit $f = -\frac{2r^3 + 2r^2}{3r+1 \times 2r+1 \times r+1}$; ex quibus habetur

$$\text{Area} = \frac{ryyy}{3r+1} + \frac{3rr + 2r \times ay^2}{3r+1 \times 2r+1} + \frac{r^2 + r \times a^2y - r^3 - r^2 \times a^3}{3r+1 \times 2r+1 \times r+1} \times \sqrt{y+a}^{\,r}$$

$= \frac{2}{3}xx$.

Ex duobus poſtremis Exemplis patet coefficientes, ut & æquationes quibus determinantur, ordine regulari procedere; eorumque progreſſus in infinitum eodem modo, quo in ſuperiori Caſu invenitur. Sit ergo æquatio continens infinitam ſeriem Figurarum AMC, quarum Areæ ſunt determinandæ, talis $z = \overline{y^n + y^{n-1}} \times \sqrt{y + a}^{\,r}$:

Erit

Erit per Problema nostrum primum

$$\sqrt{\overline{y+a}} \times by^{n+1} + cy^{n} + dy^{n-1} + ey^{n-2} + fy^{n-3} \text{ \&c.} = xx.$$

Ex qua inventus valor lineæ PM per Leibnitii Calculum adæquetur valori ejus dato; & æquatio à fractis & surdis liberata dabit.

$$\left.\begin{array}{lllll} \overline{n+1}\times rby^{n+1} & + n\times rcy^{n} & + \overline{n-1}\times rdy^{n-1} & + \overline{n-2}\times rey^{n-2} & + \overline{n-3}\times rfy^{n-3} \\ +b & + \overline{n+1}\times rb & + n\times re & + \overline{n-1}\times rd & + \overline{n-2}\times re \\ & +c & +d & +e & \;\; f \end{array}\right\} \text{\&c.} = 2ry^{n+1} + 4ry^{n} + 2ry^{n-1}.$$

Factaque debita comparatione terminorum hujus Æquationis erit.

$$b = \frac{1}{\overline{n+1}\times r+1}$$

$$c = +2r\times\frac{\overline{n+1}\times r+2}{\overline{n+1}\times r+1\times\overline{n\times r+1}}$$

$$d = +2r\times\frac{r+1}{\overline{n+1}\times r+1\times\overline{n\times r+1}\times\overline{n-1\times r+1}}$$

$$e = -2rr\times\frac{\overline{n-1}\times r+1}{\overline{n+1}\times r+1\times\overline{n\times r+1}\times\overline{n-1\times r+1}\times\overline{n-2\times r+1}}$$

$$f = +2r^{3}\times\frac{\overline{n-1}\times\overline{n-2}\times r+1}{\overline{n+1}\times r+1\times\overline{n\times r+1}\times\overline{n-1\times r+1}\times\overline{n-2\times r+1}\times\overline{n-3\times r+1}}$$

Ex compositione horum quinque terminorum apparet, quis sit eorum progressus in infinitum, & ob continuam progressionem $\overline{n-1}\times\overline{n-2}\times\overline{n-3}$, &c. in numeratoribus patet quoque figuram esse quadrabilem quando (n) est numerus integer & positivus, totque terminos suis coefficientibus affectos assumendos esse, quot sunt unitates in $n+2$: & quoad signa quibus connectuntur notandum tria prima est affirmativa, reliqua deinceps sibi invicem alternatim succedere.

cedere. Quæ omnia ex coefficientibus jam determinatis ſunt manifeſta. Idem quoque in aliis infinitis caſibus fieri poteſt, ſimilis enim eſt in omnibus proceſſus quem in his duobus explicaſſe ſufſecerit.

Cum plures ſuperſunt comparationes, quam quæ determinandis coefficientibus ſufficiunt, concludendum eſt Quadraturam quæſitam eſſe impoſſibilem, ſi valores coefficientium ex ſingulis comparationibus reperti non ſint ubique iidem; ſin ubique conveniant, tum Quadratura poſſibilis exiſtit. Ut ſi proponatur $z = y + a \times \sqrt[r]{yy + ay + a}$ æquatio definiens Curvas ACS; invenietur coefficientium (quæ curvarum FGH æquationem ingrediuntur) valores ex diverſis comparationibus eſſe diverſos, ac proinde Quadraturam Areæ AMC eſſe impoſſibilem: ſed ſi æquatio propoſita fuerit $z = 2y + a \times \sqrt[r]{yy + ay + a}$; invenietur eas ubique convenire, ac proinde Aream eſſe Quadrabilem. Et quidem univerſaliter, poſito $z = py + qa \times \sqrt[r]{yy + ay + a}$, ſi fuerit $p = 2q$, Area AMC ſemper quadrari poteſt, cujuſcunque tandem valoris ſupponatur vinculi exponens (r). Atque hujus modi Quadrabilitatis conditiones, ex Calculo noſtræ Methodi facili negotio inveniuntur, ut exempla ſequentibus conſtabit.

Exemp. 11. Sit $z = py + qa \times \sqrt[r]{yy + ay + a}$, per Problema noſtrum generale erit $dyy + eay + fa^2 \times \sqrt[r]{y^2 + ay + a} = x^2$; ex qua inventus valor lineæ PM dabit tandem.

$$\left.\begin{array}{llll} 2\,dyyy & +2\,eay^2 & +2\,fa^2y & +fa^3 \\ 2\,rd & +2\,rd & +2\,rd & +re \\ & +re & +re & \\ & +d & +e & \end{array}\right\} = \begin{array}{llll} 2\,rpy^3 & +2\,rpay^2 & +2\,rpa^2y & +2\,rqa^3. \\ & +2\,rq & +2\,rq & \end{array}$$

Ex prima comparatione invenietur $d = \dfrac{rp}{r+1}$

Ex Secunda $e = \dfrac{2rrq + 2rq + rp}{r + 2 \times r + 1}$;

Ex Tertia $2f = \dfrac{rrp + 3rp + 2rq + 2rrq}{r + 2 \times r + 1}$;

Ex Quarta denique erit $2f = \frac{8rrq + 8rq - 2rrp}{r+2 \times r+1}$;

Manifestum itaque est, Figuram posse Quadrari, si valor quantitatis $2f$ fuerit idem ex tertia & quarta comparatione; fiat ergo æquatio inter utrumque, (omisso Denominatore utrinque communi) *scil.* $r^2p + 3rp + 2r^2q + 2rq = 8r^2q + 8rq - 2r^2p$. Quæ reducta dabit conditionem Quadrabilitatis, *scil.* $p = 2q$, quæ invenienda erat. Adeo ut si $z = 2qy + qa \times \sqrt[r]{yy + ay + a}$; fuerit æquatio definiens curvas ACS, erit

$$\text{Area} = dyy + eay + faa \times \tfrac{r}{2}\sqrt[r]{yy + ay + a} = \tfrac{1}{2}xx.$$

In qua juxta determinationes jam inventas

$d = \frac{2rq}{r+1}$, $2f = \frac{4r^2q + 8rq}{r+2 \times r+1}$, $e = \frac{2r^2q + 4rq}{r+2 \times r+1}$. Et speciatim si sit $q = 1$, $r = 2$, erit

$$\text{Area} = \tfrac{2}{3}yy + \tfrac{2}{3}ay + \tfrac{2}{3}aa \times \sqrt{yy + ay + a} = \tfrac{1}{2}xx.$$

Exemp. 12. Sit $z = pyy + qay \times \sqrt[r]{yy + ay + a}$. Erit rursus per Problema primum generale

$$cy^3 + day^2 + ea^2y + fa^3 \times \sqrt[r]{y^2 + ay + a} = xx.$$

Ex qua inventus valor Lineæ PM dato ejus valori adæquatus dabit

$$\left.\begin{array}{lllll} +3rcy^4 & +3rcay^3 & +3rca^2y^2 & +2rda^3y & +rea^4 \\ +2e & +2rd & +2rd & +re & +f \\ & +2d & +re & +e & \\ & +c & +e & +2f & \\ & & +d & & \end{array}\right\} = \begin{array}{lll} 2rpy^4 & +2rpay^3 & +2rpay^2 \\ & +2rq & +2rq \end{array}$$

$+ 2rqay.$

Ex Prima comparatione $c = \frac{2rp}{3r+2}$;

Ex Secunda $d = \frac{3rrq + 2rq + rp}{3r+2 \times r+1}$;

Ex Tertia $e = \dfrac{2rrp + 3rp + 3rrq + 2rq}{3r + 2 \times r + 2 \times r + 1}$;

Ex Quarta comparatione $2f = \dfrac{3r^3q + 11r^2q + 6rq - 4r^3p - 9rrp - 3rp}{3r + 2 \times r + 2 \times r + 1}$;

Ex Quinta denique invenietur $2f = \dfrac{-4rrrp - 6rrp - 6rrrq - 4rrq}{3r + 2 \times r + 2 \times r + 1}$;

Unde patet Figurarum AMC (cujus Curva ACS proposita æquatione definitur) non posse Quadrari, nisi numerator Fractionis ex Quarta, sit æqualis numeratori Fractionis ex Quinta comparatione oriundæ. Facta itaque inter ipsos comparatione erit $3r^3q + 11r^2q + 6rq - 4r^3p - 9r^2p - 3rp = -4r^3p - 6r^2p - 6r^3q - 4rrq$; quæ reducta dabit $3rrq + 5rq + 2q = rp + p$. Nec unquam Quadrabitur Figura si capiatur p ad q in quavis alia ratione, quam ut $3rr + 5r + 2$ ad $r + 1$. Atque sic inventa est Quadrabilitatis conditio, nec non ipsa Quadratura quæsita, *scil.*

$$\text{Area} = cy^3 + day^2 + eay + fa \times \tfrac{1}{2}\sqrt[r]{y^2 + ay + a} = \tfrac{1}{2}xx.$$

Exemp. 13. Sit $z = py^2 + qa \times \sqrt[r]{y^2 + ay + a}$ æquatio definiens Curvas ACS, ergo per Prob. 1.

$cy^3 + day^2 + ea^2y + fa^3 \times \sqrt[r]{yy + ay + a} = xx.$ Ex qua per Methodum jam explicatum pervenietur ad hanc.

$$\left.\begin{array}{lllll} +3rcy^4 & +3rcay^3 & +3rcay^2 & +2rday & +rea \\ +2c & +2rd & +2rd & +re & +f \\ & +2d & +re & +2f & \\ & +c & +2e & +e & \\ & & +d & & \end{array}\right\} = \begin{array}{l} 2rpy^4 + 2rpay^3 + 2rpay^2 + \\ \qquad\qquad +2rq \end{array}$$

$+ 2rqay + 2rqa.$

Ex prima comparatione invenietur $c = \dfrac{2rp}{3r + 2}$;

Ex Secunda erit $d = \dfrac{rp}{3r + 2 \times r + 1}$;

Ex Tertia $e = \frac{6r^3q + 10r^2q + 4rq + 2r^3p + 3rp}{3r + 2 \times r + 2 \times r + 1}$;

Ex Quarta erit $2f = \frac{6rrrq + 10r^2q + 3rq - 4r^3p - 9rrp - 3rp}{3r + 2 \times r + 2 \times r + 1}$;

Ex Quinta denique $2f = \frac{-6rrp - 4r^3p - 8r^2q - 20r^3q - 12r^4q}{3r + 2 \times r + 2 \times r + 1}$;

Facta itaque æquatione inter numeratores utriusque valoris quantitatis $2f$, invenietur $p . q :: 12r^3 + 26rr + 18r + 4 . 3r + 3$. Neque alia assignabilis est ratio p ad q, in qua proposita æquatio definiat Figuram Quadrabilem. Atque hæc est conditio Quadrabilitatis inveniendæ; & quia inventæ sunt coefficientes c, d, e, f; ideo inventa etiam est

Area $= cy^3 + day^2 + aay + fa \times \frac{1}{2}\sqrt{yy + ay + a} = zx$.

Figuras *cum* Simplicissimis *ejusdem Generis Comparare*.

QUando in æquatione aliqua Curvam definiente, quantitas abscissam denotans ad multas dimensiones assurgit; tum Calculus in Methodo nostra superiori adhibendus non sine aliqua laboris difficultate peragi potest: & quia computationis molestia, quantum Natura problematis patitur, summopere sit evitanda; ideo subsidium hic adducam, quod hunc laborem vel prorsus auferret, vel saltem plurimum imminuet. Notum est Geometris, quomodo cuilibet Figuræ (sive illa sit Algebraica, sive transcendens; sive definitè, sive indefinitè quadrabilis) aliæ infinitæ æquales inveniri possint. Si pariter constaret, quænam essent æquationes, quæ omnes Curvas definirent, quæ ejusdem essent generis cum Curva Figuram quamlibet datam terminante; necnon quænam esset harum omnium simplicissima; tum ex hujus simplicissimæ Figuræ Quadraturâ, non modo datæ cujuslibet, sed omnium similium Figurarum Quadraturæ innotescerent. Methodum, qua hoc præstare soleo, breviter jam exponam, præmisso prius eleganti Theoremate ex Lectionibus Geometricis D. D. *Barrow* desumpto, cujus demonstrationem adjiciam, quam ipse Author non addidit, eo quod ex suo demonstrandi Modo facile deducitur.

LEMMA

LEMMA II.

Sint tres quælibet Curvæ BGL, OFN *(quarum axis* BD*)* DKM *(cujus axis* DL*) ita inter se relatæ, ut assumpto quovis puncto* G *in Curva* BG, *à quo ducantur, tangens* GA, *(cum axe concurrens in* A*) Ordinatæ* GC, CF *ad* LN; *item* GK *ad* BD *parallelæ, sit semper* AC. CG :: HK. CF. *Erit spatium* DHK *æquale spatio* BCFO, *nec non* DLM=BDNO, *& sic indefinite.*

Demonstratio.

Sit G*m* particula indefinite parva Curvæ BGL, ducantur *mr* ad GK, & (*ma*) ad GF parallelæ, secantes BD, GC, DL in punctis *e*, *n*, *c*. Jam quia Triangula G*nm*, GCA sunt similia, ideo AC. CG :: *mn*. G*n*, id est, AC. CG :: C*e*. H*c*. Sed ex hypothesi AC. CG :: HK. CF. ergo HK. CF :: C*e*. H*c*, unde HK×H*c*=CF×C*e*; cum vero idem de omnibus similibus rectangulis demonstrari possit, cumque spatium Curvilineum DHK, à summa omnium rectangulorum HK×H*c*; & spatium Curvilineum BCFO, à summa omnium rectangulorum CF×C*e* non differant; ergo DHK=BCFO. Q. D. E.

Schol. Si Linea DKM sit recta angulum faciens semirectum cum DL, tum coincidet hoc Theorema cum Lemmate primo, & proinde est hujus casus tantum particularis.

Notandum est, Quod datis Curvis BGL, DKM facile inveniatur reliqua OFN; vel datis BGL, OFN altera DKM similiter inveniri possit: tot itaque invenire possumus Figuras DHK æquales datæ cuilibet Figuræ BCFO, quot imaginari possumus Curvas BGL, id est, infinitas. Sed propositum nostrum est, solummodo Curvas DHK determinare, quæ sint similes, vel ejusdem generis cum data Curva OFN; ubi per Curvas similes, vel ejusdem generis intelligo eas, in quibus (ordinatim applicatis ad formam in problemate primo præscriptam reductis) Exponentes quantitatis abscissam denotantis habent easdem ubique relationes. His præmissis, sit

PRO-

Prob. II.

Fig. 2. *Data quæcunque Curvâ Algebraicâ* DKM, *omnes Curvas* OFN: *huic similes invenire?*

IN superiori Figura sit communis abscissa BC$=x$. Ordinata CF$=$Y. Et Curvæ BGL ordinatæ GC$=z$, & quia GC$=$DH, erit etiam Curvæ alterius DKM; abscissâ DH$=z$, cujus ordinatim applicata HK$=u$. In æquatione Curvam datam DKM definiente, pro exponente vinculi particulari ponatur exponens indefinita (r); & afficiantur ejus termini coefficientibus l, p, q, s, &c. Erit perpetuo $z=x^m$ æquatio definiens Curvas ignotas BGL, cujus ope, & æquationis datæ invenietur (per *Lem.* 2.) æquatio definiens omnes Curvas OFN similes datæ Curvæ DKM.

Exemp. 1. Sit æquatio $u=z^3+az\times\sqrt[2]{z^4+a}$ Datam curvam DKM determinans, & invenienda sit alia, quæ omnes huic similes determinet. Erit juxta præscriptum Regulæ $u=lz^3+paz\times\sqrt[r]{qz^4+a}$, cum hac & assumpta $z=x^m$, quæsitam sic invenies. Ex Analyticis valoribus linearum AC, CG, HK exterminentur indeterminatæ quantitates u, z per communes Algebræ regulas; tum cum his tribus & quarta CF$=y$ instituatur Analogia Lemmatis præcedentis, & hæc in æquationem mutata est quæsita. Sic per Tangentium Methodos invenietur AC$=\frac{z}{m}$, atqui patet GC$=x^m$, & substituendo x^m pro z in æquatione data (& coefficientibus ac vinculi exponente indefinitâ, affecta) erit HK$=lx^{3m}+pax^m\times\sqrt[r]{qx^{4m}+a}$.

Sed per *Lem.* 2. AC. CG :: HK. CF. hoc est in terminis Analyticis.

$$\frac{x^m}{m} \,.\, x^m \,::\, lx^{3m}+pax^m\times\sqrt[r]{qx^{4m}+a} \,:\, y$$

Quæ Analogia, multiplicando terminos medios & extremos, dabit æquationem quæsitam, *scil.*

$$y=mlx^{6m-1}+mpax^{2m-1}\times\sqrt[r]{qx^{4m}+a}:$$

Quæ definit omnes Curvas OFN similes curvæ DKM datæ.

Simplicior

Simplicior tamen reddi poteſt, ſi pro exponente m ſubſtituatur alia exponens n diviſa per maximum diviſorem omnium numerorum, qui præfixi ſunt exponenti (m) in æquatione nuper inventâ. Sic quia 2 eſt maximus diviſor numerorum 6, 2, 4, ideo pono $m = \frac{1}{2}n$, unde $6m = 3n$, $2m = n$, $4m = 2n$, & proinde.

$$y = mlx^{3n-1} + mpax^{n-1} \times \sqrt[r]{qx^{2n} + a}:$$

Exemp. 2. Sit æquatio datam Curvam DKM definiens hujuſmodi $z^{39} \times \sqrt{z^{40} + a} = u$. Cum hac & aſſumpta $z = x^{n}$ invenietur per proceſſum præcedentis exempli $y = mpx^{40m-1} \times \sqrt[r]{x^{40m} + a}$: Et facta $m = \frac{1}{40}n$, erit $y = mpx^{n-1} \times \sqrt[r]{qx^{n} + a}$: Quæ definit omnes Curvas OFN ſimiles Curvæ datæ DKM, nam $n - 1 = 39$, & $n = 40$.

Prob. III.

Datâ quâcunque Curvâ DKM, *omnium huic ſimilem ſimpliciſſimam determinare.*

IN æquatione per *Problema* 2, inventa ponatur $n = 1$; & æquatio illa generalis in ſimpliciſſimam reſolvetur. Sic ſi in primo exemplo ponatur $n = 1$, erit $y = mlx^{2} + pax \times \sqrt[r]{qx^{2} + a}$. Quæ eſt ſimpliciſſima Curva OFN ſimilis datæ DKM. Pariter in ſecundo exemplo $y = mp\sqrt[r]{qx + a}$ eſt æquatio definiens ſimpliciſſimam Curvam OFN ſimilem Curvæ DKM per æquationem datam definitæ.

Prob. IV.

Ex datâ Quadraturâ Figuræ cujuſvis ſimpliciſſimæ BCFO; *alterius qualiscunque ſimilis* DKH *Quadraturam determinare.*

IN Quadratura Analytica Figuræ BCFO pro x ſubſtituatur z poteſtates habens ex *Problemate* 2 & 3, cognitas, eritque hæc Quadratura Figuræ DHK.

Exemp. 1. Invenienda ſit Quadratura Figuræ DHK, cujus

curvæ

curvæ proprietas ſit $u = z^7 \times \sqrt{z^8 + a}$: Ex hac & Aſſumpta $z = x^n$ invenietur per Problema 2, $y = mx^{8m-1} \times \sqrt{x^{8m} + a}$: & ponendo $8m = n$, Erit $y = mx^{n-1} \times \sqrt{x^n + a}$: Tum per Problema 3, fiat $n = 1$, & ſic $y = m\sqrt{x + a}$, eſt æquatio definiens ſimpliciſſimam Curvam OFN, cujus Area eſt æqualis Areæ Figuræ propoſitæ DHK. Sed per Methodum noſtram generalem $BCFO = \frac{x + a}{12} \times \sqrt{x + a}$. Jam quia $z = x^n$, & $8m = n = 1$, ideo $z = x^{\frac{1}{8}}$, ſeu $z^8 = x$. Subſtituta ita z^8 pro x in Quadratura Figuræ ſimpliciſſimæ jam inventa habetur $DHK = \frac{z^8 + a}{12} \times \sqrt{z^8 + a}$.

Exemp. 2. Sit $u = z^5 \times \sqrt{z^3 + a}$: proprietas Curvæ DKM, cujus Area invenienda ſit. Invenietur $y = mx^{6m-1} \times \sqrt{x^{3m} + a}$, & ponendo $3m = n$, erit $y = mx^{2n-1} \times \sqrt{x^n + a}$; & per Problema 3, fiat $n = 1$, unde $y = mx \times \sqrt{x + a}$; quæ definit ſimpliciſſimam Curvam OFN cujus Area (per *Lem.* 2.) eſt æqualis Areæ quæſitæ DHK. Jam verò per Methodum generalem invenio

$BCFO = \frac{2mxx}{5} + \frac{2mx - 4ma}{15} \times \sqrt{x + a}$: Quia $3m = n = 1$, ideo $m = \frac{1}{3}$ unde $z = x^{\frac{1}{3}}$, ſeu $z^3 = x$; ideoque $DHK = \frac{2z^6}{15} + \frac{2z^3 - 4a}{45} \times \sqrt{z^3 + a}$.

Notandum eſt hujuſmodi Arearum Quadraturas analyticè expreſſas non ſemper portioni abſciſſæ AM (*Fig.* 1.) vel BC aut DH (in hac *Fig.* 2.) competere, ſed eandem aliquando excedere, ut in penultimo; vel ab eadem deficere, ut in ultimo exemplo, quantitate quadam determinata, quæ Methodo inferius tradenda invenietur. Ob hanc rationem, in ſuperioribus exemplis poſui *Aream*, non vero AMC æqualem Quadraturis Analyticis ibi inventis: Quodque hic poſuerim BCFO, & DHK iiſdem æquales, diſtinctionis tantum gratiâ factum intellige, & in ſequentibus etiam hoc obſervandum erit.

Secundo notandum eſt, Quod in exemplis quarti Problematis, coefficientes l, p, q, s, &c. ut & exponentem indefinitam (r), juxta præſcriptum ſecundi Problematis adhibendas omiſerim, propterea quod in inveſtigatione alicujus particularis Figuræ DKH, ex ejuſdem generis ſimpliciſſima BCFO ſufficit æquationem Curvam

DKM

DKM definientem immutatam servare. Ex his constare arbitror, quam egregii sit usûs, hæc Figurarum cum simplicioribus comparatio, cum exinde ope unius Figuræ Quadratura ex Methodo nostra generali invenienda, habeatur alterius cujusvis, ejusdem generis & vinculi, Figuræ Quadratura. Longe tamen generalior futura est hæc Methodus, si, posita vinculi exponente (r) & adhibitis coefficientibus generalibus, l, p, q, s, &c. (ut in *Prob.* 2 & 3.) Ex una simplicissima Quadratura generali, omnium similium Figurarum Quadraturæ sub una generali Expressione determinentur.

Sit ergo in sequentibus DKH Figura simplicissima, cujus Curvæ DKM æquatio habeat Vinculi exponentem indefinitam r, infinitas proinde Curvas definiens, omnes tamen ejusdem simplicitatis, quoniam in nostra methodo, Calculus eadem facilitate procedit, sive magnus, sive parvus sit numerus r, sive etiam indefinitus statuatur. In Problematis enim Geometricis, quod factu facillimum est, illud simplicissimum haberi debet: in Quadraturis proinde, illæ Curvæ erunt simplicissimæ, quarum Areæ sunt Quadratu facillimæ; & ejusdem simplicitatis, quæ æque facilè Quadrari possunt. Sicut in constructione æquationum illæ Curvæ, quæ descriptu sunt facillimæ, etiam simplicissimæ habendæ sunt. Miror itaque Cartesium & alios, in eligendo Curvas Æquationum constructioni inservientes, non Descriptionis facilitatem, sed æquationum earum Naturas exprimentium compositionem respexisse. Sed hoc obiter. Sint etiam BCFO omnes Figuræ similes, Datæ Figuræ DKH.

Ex Methodi nostræ Exemplo 8, manifestum est, quod Area DKH sit quadrabilis quando in æquatione $u = sz^e \times \sqrt[r]{pz + a}$. Definiente Curvas DKM, exponens e est numerus integer & Positivus, aut nihilo æqualis. Sit ergo

§. 1. $e = 0$, unde $u = s\sqrt[r]{pz + a}$, ex hac & assumpta æquatione $z = x^m$ invenietur per Prob. 2; $y = msx^{m-1} \times \sqrt[r]{px^m + a}$; quæ definit omnes Curvas ΘFN, similes Curvæ DKM; & DKH = BCFO per *Lem.* 2. atqui

$$\text{DKH} = \frac{rsz}{r+1} + \frac{rsa}{r+1 \times p} \times \sqrt[r]{pz + a}.$$

Substituendo itaque x^m pro z in hac data vel inventa Quadratura erit.

THEOR. I.

$$BCFO = \frac{rsx^m}{r+1} + \frac{rsa}{\overline{r+1}\times p} \times \sqrt[r]{px^m + a}.$$

Quod continet Quadraturas omnium Figurarum BCFO, quarum Curvæ OFN definiuntur æquatione generali per Prob. 2. inventa.

§ 2. Sit $e = 1$, unde $u = sz\sqrt[r]{pz+a}$: ex qua, cum assumpta $z = x^m$ per Prob. 2 invenietur, $y = msx^{2m-1}\times\sqrt[r]{px^m+a}$. Quæ definit omnes Curvas OFN similes DKM, & in quibus DKH=BCFO. Sed

$$DKH = \frac{rszz}{2r+1} + \frac{rsaz}{\overline{2r+1}\times\overline{r+1}\times p} - \frac{rrsa^2}{\overline{2r+1}\times\overline{r+1}\times pp}\times\sqrt[r]{pz+a}.$$

Unde,

THEOR. II.

$$BCFO = \frac{rsx^{2m}}{2r+1} + \frac{arsx}{\overline{2r+1}\times\overline{r+1}\times p} - \frac{rrsa^2}{\overline{2r+1}\times\overline{r+1}\times pp}\times\sqrt[r]{px^m+a}.$$

§ 3. Sit $e = 2$, unde $u = sz^2\sqrt[r]{pz+a}$: ex qua, cum æquatione assumpta $z = x^m$ invenietur per Prob. 2, $y = msx^{3m-1}\times\sqrt[r]{px^m+a}$, quæ definit omnes Curvas OFN similes DKM, & in quibus DKH=BCFO, sed

$$DKH = \frac{rsz^3}{3r+1} + \frac{rsaz^2}{\overline{3r+1}\times\overline{2r+1}\times p} - \frac{2r^2sa^2z}{\overline{3r+1}\times\overline{2r+1}\times\overline{r+1}\times pp}$$
$$+ \frac{2r^3sa^3}{\overline{3r+1}\times\overline{2r+1}\times\overline{r+1}\times ppp}\times\sqrt[r]{pz+a}:$$

THEOR.

THEOR. III.

$$BCFO = \frac{rsx^{3m}}{3r+1} + \frac{rsax^{2m}}{3r+1\times2r+1\times p} - \frac{2r^2sa^2x^m}{3r+1\times2r+1\times r+1\times pp} +$$

$$+ \frac{2rrrsa^3}{3r+1\times2r+1\times r+1\times p^3} \times \sqrt[r]{px^n+a} :$$

§ 4. Sit $e=3$, unde $u=sz^3\times\sqrt[r]{pz+a}$, quæ definit Curvas DKM, ex qua & æquatione assumpta $z=x^n$, per Problema secundum invenietur $y=msx^{4m-1}\times\sqrt[r]{px^n+a}$, quæ definit Naturas omnium Curvarum OFN, in quibus DKH=BCFO per Lem. 2. Sed

$$DKH = bz^4 + caz^3 + da^2z^2 + ea^3z + fa^4\times\sqrt[r]{pz+a}, \text{ unde}$$

THEOR. IV.

$$BCFO = bx^{4m} + cax^{3m} + da^2x^{2m} + ea^3x^m + fa^4\times\sqrt[r]{px^m+a}$$

Quod continet Quadraturas omnium Figurarum BCFO, quarum Curvæ OFN præcedenti æquatione definiuntur. Atque hoc modo computari possunt Theoremata pro quibusvis aliis exponentis e valoribus, nimirum $e=4$, $e=5$, $e=6$, &c. quousque placet. Coefficientes b, c, d, e, f, in ultimo Theoremate per Methodum nostram generalem determinantur, *scil.*

$$b=\frac{rs}{4r+1},\quad c=\frac{rs}{4r+1\times3r+1\times p},\quad d=-\frac{3r^2s}{4r+1\times3r+1\times2r+1\times pp},$$

$$e=\frac{6rrrs}{4r+1\times3r+1\times2r+1\times r+1\times ppp},\quad f=-\frac{6rrrrs}{4r+1\times3r+1\times2r+1\times r+1\times ppp}$$

Ex his Theorematis habetur Quadratura omnium Figurarum, quarum Curvæ definiuntur per æquationes ad aliquam sub hìc inventis contentam; quodnam vero sit Theorema, cui particularis aliqua Figura referri debeat, ex relatione exponentium quantitatis x abscissam denotantis cognosces, post reductionem ordinatæ ad debitam formam; nam quia $m-1$ in primo $2m-1$ in secundo, $3m-1$ in tertio, $4m-1$ in quarto, &c. sunt exponentes quan-

titatis x extra vinculum; & ſola (m) in omnibus, exponens ejuſdem ſub vinculo: Exinde patet, quod ſi exponenti extra vinculum addatur unitas, & ſumma per exponentem (quantitatis x) ſub vinculo dividatur; quando Quotiens eſt 1, aſſumendum erit primum; quando Quotiens eſt 2, aſſumendum erit ſecundum; quando 3, tertium; & ſic porro in infinitum. Cognito (hoc modo) Theoremate, Figuræ alicujus Quadraturam includente; fiat debita comparatio ordinatæ particularis, cum ordinatæ generalis valore, & ſic innoteſcent m, r, s, p, q. Quorum valores particulares ſic inventi in Theoremate ſubſtituti dabunt Quadraturam quæſitam.

Exemp. 1. Invenienda ſit Quadratura parabolæ cujus notiſſima æquatio eſt $y=\sqrt{cx}$. Quia $\frac{0+1}{1}=1$, ideo Quadratura Parabolæ in Theoremate primo continetur. Fiat ergo comparatio inter ordinatæ generalis, (ad primum Theorema ſpectantis) & particularis in Parabola Ordinatæ valores; ex qua comparatione invenietur $r=2$, $m=1$, $s=1$, $p=c$, $a=0$ hi valores quantitatum r, m, s, p, a, in Theoremate primo ſubſtituti dabunt Parabolæ Aream $=$

$$=\frac{2x}{3}\times\sqrt{cx}.$$

Exemp. 2. Invenienda ſit Quadratura Figuræ, cujus proprietas ſit $yyc^4-2y^2xx=16x^6$. Ordinata ad præſcriptam formam reducta erit $y=4x^3\times\sqrt{cc-2x^2}$. Quia $\frac{3+1}{2}=2$, ideo Quadratura hujus Figuræ in Theoremate ſecundo includitur. Factâ itaque comparatione inter hujus Figuræ datæ, & generalis (ad Theor. 2. ſpectantis) Ordinatæ valorem, invenietur $r=-2$; $m=2$; $ms=4$; ſeu $s=2$; $p=-2$; $a=cc$. Quibus in Theoremate 2 ſubſtitutis, erit Area Figuræ propoſitæ

$$=\frac{12x^4-2ccx^2-2c^4}{15}\times\sqrt{c^2-2x^2}=\tfrac{2}{15}\sqrt{c^6+4c^4x^2-3c^2x^4-18x^6}.$$

Exemp. 3. Invenienda ſit Quadratura Figuræ, cujus proprietas ſit $y=x^5\times\sqrt{x^2-c}$: Quia $\frac{5+1}{2}=3$, ideo hæc Figura ad Theor. 3. eſt referenda; facta itaque comparatione Ordinatæ particularis datæ, & generalis eam includentis, invenietur $r=2$, $m=2$, $s=1$, $p=1$, $-a=c$; quibus in Theor. 3 ſubſtitutis, erit quæſita

Area

$$\text{Area} = \tfrac{2}{7}x^6 - \tfrac{8}{35}cx^4 - \tfrac{8}{105}c^3x^2 - \tfrac{16}{105}c^3 \times \sqrt{x^2 - c}:$$

Exemp. 4. Invenienda sit Quadratura Figuræ, cujus Curva sit $yc^4 - 2yc^2x^2 + yx^4 = 4x$. Ordinata ad præscriptam formam reducta, Erit $y = 4x\,\overline{-x^2+c^2}\,|^{-\frac{1}{2}}$: Quia $\frac{1+1}{2} = 1$, Ideo hæc Figura ad Theor. 1, referenda est, & facta debita comparatione ut in præcedentibus invenietur $r = -\frac{1}{2}$, $s = 2$, $m = 2$, $p = -1$, $a = c^2$, Quibus in Theor. 1, substitutis, erit quæsita

$$\text{Area} = -2x^2 + 2c^2 \times \overline{-x^2+c^2}\,|^{-\frac{1}{2}} = \frac{-2x^2+2cc}{c^4 - 2c^2x^2 + x^4} = \frac{2}{c^2 - x^2}.$$

In Exemplo decimo ostensum est, Aream semper posse Quadrari, quando in æquatione $u = sz^n + paz^{n-1} \times \sqrt[r]{qz + a}$; exponens n est Numerus integer & affirmativus: unde alia prodibit series Theorematum, ex vario quantitatis n valore dependentium. Sit itaque

§ 5. $n = 1$, unde $u = sz + pa \times \sqrt[r]{qz + a}$ est æquatio definiens Curvas DKM, ex qua & assumpta $z = x^m$ invenietur per Problema secundum $y = msx^{2m-1} + mpax^{m-1} \times \sqrt[r]{qx^m + a}$, quæ exprimit Naturas omnium Curvarum OFN, similes Curvis DKM; & in quibus per Lem. 2, DKH = BCFO, sed DKH $= bzz + caz + daa \times \sqrt[r]{qz + a}$. Substituendo x^m pro z, erit

Theor. V.

$$\text{BCFO} = bx^{2m} + cax^m + daa \times \sqrt[r]{qx^m + a}:$$

Quod continet Quadraturas omnium Figurarum BCFO similium Figuris DHK: Quantitates b, c, d, per Methodum nostram generalem sic determinatas inveni.

$$b = \frac{rs}{2r+1};\quad c = \frac{2rrpq + rpq + rs}{\overline{2r+1} \times \overline{r+1} \times q};\quad d = \times \frac{2rpq + pq - rs}{\overline{2r+1} \times \overline{r+1} \times qq};$$

§ 6. Sit

§ 6. Sit $n=2$, unde $u=szz+paz\times\sqrt[r]{qz\pm a}$ est æquatio definiens Curvas DKM, ex qua & assumpta $z=x^m$ (definiente semper Curvas BGL) invenietur per Prob. 2.

$$y=msx^{3m-1}+mpax^{2m-1}\times\sqrt[r]{qx^m\pm a}.$$

Quæ definit Naturas omnium Curvarum OFN, ejusdem generis cum Curvis DKM, in quibus DKH=BCFO per Lem. 2. sed

DHK$=bz^3+caz^2+daaz+ea^3\times\sqrt[r]{qz\pm a}$; posito x^m pro z, erit

Theor. VI.

BCFO$=bx^{3m}+cax^{2m}+daax^m+ea^3\times\sqrt[r]{qx^m\pm a}$; & in utraque

$b=\frac{rs}{3r+1}$; $c=\frac{3rrpq+rpq+rs}{3r+1\times2r+1\times q}$; $d=r\times\frac{3rpq+pq-2rs}{3r+1\times2r+1\times r+1\times qq}$;

$e=-rr\times\frac{3rpq+pq-2rs}{3r+1\times2r+1\times r+1\times qqq}$.

§ 7. Sit $n=3$, unde $u=sz^3+paz^2\times\sqrt[r]{qz\pm a}$ est æquatio definiens DKM, ex qua & assumpta $z=x^m$ invenietur per Problema secundum, $y=msx^{4m-1}+mpax^{3m-1}\times\sqrt[r]{qx^m\pm a}$ æquatio definiens omnes similes Curvas OFN, in quibus DHK=BCFO per Lem. 2. Sed DHK$=bz^4+caz^3+da^2z^2+ea^3z+fa^4\times\sqrt[r]{qz\pm a}$: ponatur x^m pro z.

Theor. VII.

$$\text{BCFO}=bx^{4m}+cax^{3m}+da^2x^{2m}+ea^3x^m+fa^4\times\sqrt[r]{qx^m\pm a}.$$

in quo $b=\frac{rs}{4r+1}$, $c=\frac{4rrpq+rpq+rs}{4r+1\times3r+1\times q}$, $d=r\times\frac{4rpq+pq-3rs}{4r+1\times3r+1\times2r+1\times q^2}$;

$e=-r^2\times\frac{8rpq+2pq-6rs}{4r+1\times3r+1\times2r+1\times r+1\times q^3}$; $f=+r^3\times\frac{8rpq+2pq-6rs}{4r+1\times3r+1\times2r+1\times r+1\times q^4}$.

§ 8. Sit

§ 8. Sit $n=4$, unde $u=sz^4+paz^3\times\sqrt[r]{qz+a}$ est æquatio definiens Curvas DKM; ex qua cum assumpta $z=x^m$ invenietur per Prob. 2, $y=msx^{5m-1}+mpax^{4m-1}\times\sqrt[r]{qx^m+a}$ æquatio definiens omnes similes Curvas OFN, in quibus DHK=BCFO per Lem. 2. Sed DHK$=bz^5+caz^4+da^2z^3+ea^3z^2+fa^4z+ga^5\times\sqrt[r]{qz+a}$: Ergo;

Theor. VIII.

$$BCFO=bx^{5m}+cax^{4m}+da^2x^{3m}+ea^3x^{2m}+fa^4x^m+ga^5\times\sqrt[r]{qx^m+a}:$$

In quo $b=\dfrac{rs}{5r+1}$; $c=\dfrac{5r^2pq+rpq+rs}{5r+1\times4r+1\times q}$; $d=r\times\dfrac{5rpq+pq-4rs}{5r+1\times4r+1\times3r+1\times q^2}$;

$$e=-r^2\times\frac{15rpq+3pq-12rs}{5r+1\times4r+1\times3r+1\times2r+1\times q^3},$$

$$f=r^3\times\frac{30rpq+6pq-24rs}{5r+1\times4r+1\times3r+1\times2r+1\times r+1\times q^4};$$

$$g=-r^4\times\frac{30rpq+6pq-24rs}{5r+1\times4r+1\times3r+1\times2r+1\times r+1\times q^5}:$$

Ex his patet, non modo æquationum Curvas OFN, sed etiam Theorematum, earum Areas BCFO determinantium progressus in infinitum; & facile est innumeras alias Theorematum series formare. Pro hujusmodi Figuris, quarum Valor Analyticus ordinatim applicatarum ita reduci possunt, ut duobus tantum existentibus terminis sub Vinculo, duo etiam in illos multiplicati, extra vinculum existant. Ex Methodo mea generali Exemplis 8 & 10 illustrata, inveni Aream DHK posse Quadrari quando in æquatione $u=sz^n+pa^cz^{n-c}\times\sqrt[r]{qz+a}$ Naturam Curvæ DKM definiente, exponentes n, c sunt numeri integri & positivi, posito $n > c$. Præcedens Theorematum series, quatuor ultimis Sectionibus inventa, est Casus omnium primus, in quo nempe $c=1$; Casum secundum (in quo $c=2$) adjiciam; cuique visum fuerit reliquos eodem modo prosequatur.

Existente itaque $c=2$, erit $u=sz^n+paaz^{n-2}\times\sqrt[r]{qz+a}$: unde per Methodum nostram generalem invenietur

Area

Area $= bz^{n+1} + caz^{n} + da^{2}z^{n-1} + ea^{3}z^{n-2} + fa^{4}z^{n-3} + ga^{5}z^{n-4}$, &c. $\times \frac{1}{s}\sqrt[r]{qz+a}$:

In qua $b = \frac{2rs}{\overline{n+1}\times r+1}$; $c = \frac{2rs}{\overline{n+1}\times r+1\times\overline{n\times r+1}\times q}$;

$d = \frac{\overline{n+1}\times r+1\times\overline{n\times r+1}\times 2rpq^{2} - 2nrs}{\overline{n+1}\times r+1\times\overline{n\times r+1}\times\overline{n-1}\times r+1\times qq}$; $e = \frac{2rp - \overline{n-1}\times rd}{\overline{n-2}\times r+1\times q}$;

$f = -\frac{\overline{n-2}\times re}{\overline{n-3}\times r+1\times q}$; $g = -\frac{\overline{n-3}\times rf}{\overline{n-4}\times r+1\times q}$;

Eodem modo sequens terminus erit $ha^{6}z^{n-5}$, in quo

$h = -\frac{\overline{n-4}\times rg}{\overline{n-5}\times r+1\times q}$.

Ex his patet, horum progressus in infinitum; & ob continuam multiplicationem ex $n-2\times n-3\times n-4$, &c. in numeratoribus coefficientium; ideo si sit $n=2$, tum e erit ultimus; si $n=3$, f erit ultimus; si $n=4$, ergo g erit ultimus Terminus, qui in $\frac{1}{s}\sqrt[r]{qz+a}$ multiplicatus constituet Quadraturam quæsitam Areæ DKH.

Determinatis generaliter coefficientibus, Theorematum computatio, nullo fere negotio computatur.

§ 9. Sit $n=2$, unde $u = sz^{2} + paa\times\sqrt[r]{qz+a}$: ex qua cum æquatione assumpta $z = x^{m}$, invenietur $y = msx^{3m-1} + mpaa\times\sqrt[r]{qx^{m}+a}$: quæ exprimit naturas omnium Curvarum OFN similium Curvis DKM, & in quibus (per Lem. 2.) DHK = BCFO.

Sed DHK $= bz^{3} + caz^{2} + da^{2}z + ea^{3}\times\sqrt[r]{qz+a}$:

THEOR.

THEOR. IX.

$$BCFO = bx^{3n} + cax^{2n} + da^2x^n + ea^3 \times \sqrt[r]{qx^n + a}:$$

In quo (juxta præcedentes coefficientium determinationes generales)

$$b = \frac{rs}{3r+1};\ c = \frac{rs}{\overline{3r+1} \times \overline{2r+1} \times q};\ d = \frac{6r^3pq^2 + 5r^2pq^2 + rpq^2 - 2r^3s}{\overline{3r+1} \times \overline{2r+1} \times \overline{r+1} \times q^2};$$

$$e = \frac{6r^3pq^2 + 5r^2pq^2 + 2r^3s}{\overline{3r+1} \times \overline{2r+1} \times \overline{r+1} \times q^3}.$$

§ 10. Sit $n = 3$, unde $u = sz^3 + pa^2z \times \sqrt[r]{qz + a}$: Ex qua & assumpta $z = x^n$ invenietur per Prob. 2. $y = msx^{4n-1} + mpaax^{2n-1} \times \sqrt[r]{qx^n + a}$: quæ definit omnes Curvas OFN, quarum exponentes abscissarum z, x easdem habent relationes. Sed

$$DHK = bz^4 + caz^3 + da^2z^2 + ea^3z + fa^4 \times \sqrt[r]{qz + a}:$$

THEOR. X.

$$BCFO = bx^{4n} + cax^{3n} + da^2x^{2n} + ea^3x^n + fa^4 \times \sqrt[r]{qx^n + a}.$$

In quo (juxta generales coefficientium determinationes § 9. præmissas)

$$b = \frac{rs}{4r+1};\ c = \frac{rs}{\overline{4r+1} \times \overline{3r+1} \times q};\ d = \frac{12r^3pq^2 + 7r^2pq^2 + rpq^2 - 3r^3s}{\overline{4r+1} \times \overline{3r+1} \times \overline{2r+1} \times qq};$$

$$f = -\frac{12r^4pq^3 + 7r^3pq^3 + r^2pq^3 + 6r^4s}{\overline{4r+1} \times \overline{3r+1} \times \overline{2r+1} \times \overline{r+1} \times q^4};$$

$$e = \frac{12r^3pq^2 + 7r^2pq^2 + rpq^2 + 6r^3s}{\overline{4r+1} \times \overline{3r+1} \times \overline{2r+1} \times \overline{r+1} \times q^3};$$

Jamque ea omnia complexus sum, quæ spectant ad Quadraturas Figurarum BCFO, deducibiles ex similibus Figuris

 DHK,

DHK, quarum ordinatæ Analyticè expressæ sint $u = sz^{n} + pa^{2}z^{n-n} \times \sqrt[r]{qz+a}$: existente z unius dimensionis sub vinculo. Et pro aliis suppositis intra vinculum ejus dimensionibus, alia infinita Theoremata computari possunt: plerumque tamen non sine aliquibus Quadrabilitatis restrictionibus: nullas certè hactenus tractare contigit, præter jam memoratas, quæ absolutè Quadrari possunt, quando Ordinata duos extra vinculum terminos, in totidem sub vinculo multiplicatos habet. Theorema unum aut alterum, Ex Figuris DHK habentibus z^{2} sub vinculo deducta adjiciam.

§ 11. Sit $u = sz^{2} + pa^{2} \times \sqrt[r]{qz^{2}+a^{2}}$ æquatio definiens Curvas DKM, ex qua cum Assumpta $z = x^{m}$, invenietur per Problema 2.

$y = msx^{3m-1} + mpa^{2}x^{m-1} \times \sqrt[r]{qx^{2m}+a^{2}}$: quæ definit omnes Curvas OFN similes Curvis DKM. Sed

$\text{DHK} = \frac{rsz^{3}}{3r+2} + pa^{2}z^{2} \times \sqrt[r]{qz^{2}+a^{2}}$. Unde

THEOR. XI.

$$\text{BCFO} = \frac{rsx^{3m}}{3r+1} + pa^{2}x^{m} \times \sqrt[r]{qx^{2m}+a^{2}}.$$

Et per Methodum nostram exemplis 11, 12, 13, explicatam invenietur Quadrabilitatis conditio $s = \frac{3rpq+2pq}{r}$.

§ 12. Sit $u = sz^{4} + pa^{2}z^{2} \times \sqrt[r]{qz^{2}+a^{2}}$. Ex qua tum assumpta æquatione invenietur per Problema 2.

$$y = msx^{5m-1} + mpa^{2}x^{3m-1} \times \sqrt[r]{qx^{2m}+a^{2}}.$$

Quæ definit omnes Curvas OFN similes, Curvis DKM. Sed

$\text{DHK} = \frac{rsz^{5}}{5r+2} + \frac{pa^{2}z^{3}}{3} \times \sqrt[r]{qz+a^{2}}$: Et substituo x^{m} pro z, erit.

THEOR:

THEOR. XIII.

$$BCFO = \frac{rsx^{5m}}{5r+2} + \frac{pa^2x^{3m}}{3} \times \sqrt[r]{qx^{2m}+a^2}:$$

Quadrabilitatis conditio Methodo superiori inventa, est $s = \frac{5rpq+2pq}{3r}$. Obiter hic notari velim Figuram illam, cujus Quadraturam exhibuit Dominus *D. T.* in Actis eruditorum, ad hoc Theorema reduci. Æquatio definiens ejus Curvam est $y^2 = \frac{9ccx-12cx^2+4x^3}{2c-x}$. Reducta itaque Ordinata ad formulam Sectionis 12, erit $y = -2x^{\frac{3}{2}} + 3cx^{\frac{1}{2}} \times \sqrt[-2]{-x+2c}$: ex comparatione debita hujus, cum generali illam includente, patet $2m=1$, $3m-1=\frac{1}{2}$, $5m-1=\frac{3}{2}$, ex quibus $m=\frac{1}{2}$; similiter $r=-2$, $aa=2c$, $q=-1$; $ms=-3$, unde $s=-4$; $mpa^2=3c$, unde $p=3$. His valoribus quantitatum m, r, a^2, q, s, p. In Theoremate generali substitutis, invenietur

$$\text{Area} = -x^{\frac{3}{2}} + 2cx^{\frac{1}{2}} \times \sqrt[-2]{-x+2c} = \frac{-\sqrt{x^5}+2c\sqrt{x^3}}{\sqrt{2c-x}} = \sqrt{2cx^3-x^4}:$$

Tertius Figurarum Ordo hic est, in quo ordinatim applicata tres habet terminos extra vinculum multiplicatos in duos sub vinculo; pro quibus Theoremata generalia computantur ut in præcedentibus. Exempli gratia,

§ 13. Sit $u = sz^2 + paz + la^2 \times \sqrt[r]{qz+a}$, æquatio definiens DKM, ex qua cum assumpta $z = x^m$ invenietur per Problema 2. $y = msx^{3m-1} + mpax^{2m-1} + mla^2x^{m-1} \times \sqrt[r]{qxm+a}$; quæ definit omnes Curvas OFN ejusdem generis cum DKM, & in quibus DKH = BCFO per Lem. 2. Sed

$$DKH = bz^3 + caz^2 + da^2z + ea^3 \times \sqrt[r]{qz+a};\ \text{unde}$$

THEOR. XIII.

$$BCFO = bx^{3m} + cax^{2m} + da^2x^m + ea^3 \times \sqrt[r]{qx^n + a}.$$

In quo $b = \dfrac{rs}{3r+1}$; $c = \dfrac{6r^2pq + 2rp + 2rs}{3r+1 \times r+1 \times 2q}$;

$$d = \frac{3r+1 \times 2r+1 \times rlq^2 + 3r^2pq + rpq - 2r^2s}{3r+1 \times 2r+1 \times r+1 \times q^2};$$

$$e = \frac{6r^3 + 5r^2 + r \times lq^2 - 3r^3pq - r^2pq + 2r^3s}{3r+1 \times 2r+1 \times r+1 \times q^3};$$

Facile eſſet horum Theorematum ſeries, quouſque placet, continuare, nec non eorum progreſſum in infinitum detegere: Ex Methodo enim generali ſtatim apparet, hunc Figurarum ordinem ſemper poſſe quadrari, quando $u = sz^n + paz^{n-1} + la^2z^{n-2} \times \sqrt[r]{qz + a}$, modo n ſit numerus integer & affirmativus. Atque ſic progrediendum eſt ad altiores Figurarum ordines, in quibus ordinata habet quatuor, quinque, ſex, *&c.* terminos extra vinculum, multiplicatos in duos terminos ſub vinculo incluſos.

Atque jam Methodum hanc pluſquam ſatis explicuiſſe ſpero, ita ut illius proceſſus in Figuris, quarum ordinatæ habent tres, quatuor, quinque, *&c.* terminos ſub vinculo, in quoſdam extra illud multiplicatos, ulteriori explicatione non indigeat. Hic candidè fateri æquum eſt, non ſemper hoc modo Figuras cum abſolutè ſimpliciſſimis comparari. Atqui me, quod ſuſceperam, præſtitiſſe ſufficiat, Methodum exhibendo, quâ Figuræ cum ſimpliciſſimis ejuſdem generis comparari poſſint.

Hìc vero ſpeculatio notatu digniſſima occurrit, nimirum non ſemper dari immediatum regreſſum à Figura propoſita, ad ſimpliciſſimam, quacum illius Area comparari poteſt; ſed interdum eſſe duas, interdum tres, interdum quatuor, *&c.* intermedias Figuras, quarum prima ſimplicior eſt quam propoſita, & ſecunda quam prima, tertia quam ſecunda, quarta quam tertia, & ſic deinceps, donec tandem ad omnium abſolutè ſimpliciſſimam perveniatur. Harum Figurarum, à ſimplicioribus ad magis magiſque in infinitum compoſitas, progreſſus ex Lem. 2. facillimè ſic deducitur.

In

In adjecta Figura sint tres quælibet Curvæ *bgl*, *bfn* (quarum axis *bd*, Ordinatæ *ld*, *dn*) *dkm* (cujus axis *dl*) ita inter se relatæ, ut ductis à quovis puncto *g* (in Curva *bgl*) tangente *ga*, necnon *gef*, *gbh* parallelis ad *ldn* & *bd*; sit perpetuo. *ac*. *cg* : : *bk*. *cf*. Tum à puncto *b* ducatur *box* parallela ad *ldn*, sintque duæ aliæ Curvæ *ozd*, *oi*S (quarum axis *ob*) ita ad præcedentem Curvam *bfn* relatæ, ut producta *feg*, donec occurrat Curvæ *ozd* in puncto *z*, à quo ducatur Tangens *zx*, & *zpi* ad *bcd* parallela, sit perpetuo *xp*. *pz* : : *cf*. *pi*. Tum à puncto *o* ducatur *otq* ad *bcd* parallela, sintque duæ aliæ Curvæ *trb*, *tu*T ita ad præcedentem *oi*S relatæ, ut producta *ipz* donec occurrat Curvæ *trb*, in puncto *r*, & ductis, Tangente *rq*, ordinatis *rs*, *su*, sit semper *qs*. *sr* : : *pi*. *su*. His, inquam, positis, erit *tsu* $=$ *opi* $=$ *bcf* $=$ *dbk*; quarum *opi* est simplicior quam *tsu*, & *bcf* simplicior quam *opi*, & *dbk* simplicior quam *bcf*. Atque sic alias Figuras, magis quam *tsu* gradatim compositas invenies: earumque Naturas æquationibus Algebraicis definire licet, data nimirum prima Figura DHK, necnon datis vel assumptis æquationibus Curvarum *bgl*, *ozd*, *trb*, ad quas nempe ducuntur tangentes *ag*, *zx*, *qr*. Exempli gratia. Sic notatis quantitatibus, $bc = pz = x$, $cg = db = z$, $cf = y$, $kh = u$, $op = sr = v$, $pi = p$, $ts = w$, $su = s$. Sit $u = \sqrt{az} + a$, $z = x^2$, & $x = v^2 + av$, & $v = w^2$; ex his per Analogias ante positas invenietur, $y = 2x\sqrt{ax^2 + a}$, quæ definit Curvam *bfn*, & $p = 4v^3 + 6av^2 + 2a^2v \times \sqrt{av^4 + 2a^2v^3 + a^3v^2} + a$. Quæ definit Curvam *oi*S; & deniq; $s = 8w^7 + 12aw^5 + 4a^2w^3 \times \sqrt{aw^8 + 2a^2w^6 + a^3w^4} + a$; quæ definit Curvam *tu*T. Et quamvis ejus æquatio sit per quam composita, tamen patet illius Quadraturam, ex Parabolæ *dbk* Quadratura dependere; ita ut hac cognita, illa pariter innotescat, modo daretur regressus à Curva *u*T, ad Curvam *oi*S, & ab *oi*S ad Curvam *bfn*, & tandem à *bfn* ad parabolam *dkm*. Esset quidem, hoc, aliquid in Geometria, Algebræ Analogum præstare; sicut in hac, ex quantitatibus quibusdam datis, per varios æquationum resolutionis gradus, ex una in aliam fit transitus, donec tandem in æquationem omnino cognitam perveniatur; sic in illa, ex data Curva *tu*T, (cujus Area *tsu* est incognita) per varias intermedias Curvas *oi*S, *bfn* fieret transitus, donec tandem ad Curvam *dkm* cognitæ Quadraturæ perveniretur. Hanc itaque nobilissimam speculationem, iis, qui eam pro sua dignitate tractare possunt, relinquo.

Atque jam Methodi hujus partem priorem me absolvisse puto, si pauca addidissem, ad Quadraturam Expressiones Analyticas spectantia.

De

De Quadraturarum Expressione Analytica.

JAM præmonui Arearum Expressiones Analyticas nostra Methodo inventas, ab initio Abscissæ non semper computari, sed ab ea aliquando deficere, & eandem aliquando excedere quantitate quadam determinata. Notandum itaque punctum illud, à quo Areæ computantur, esse interdum supra initium Abscissæ, interdum in ipso ejus initio, interdum etiam infra illud; & non rarò prorsus imaginarium esse. Distinctionis gratia, cui expressio sic inventa competit, licebit *punctum simplicissimæ Expressionis* appellare.

Notandum secundo, quod si Areæ Expressio Analytica in se contineat terminum determinatum, tum infallibiliter ab initio Abscissæ non computetur: Sin indeterminata quantitas Abscissam designans omnes ejus terminos afficiat, tum præcisè Areæ Abscissæ adjacenti conveniat. Duo itaque hic præstanda sunt; primo, Data quavis Areæ Expressione Analytica, punctum, à quo computatur, invenire. Secundo, Dato puncto simplicissimæ Expressionis, invenire Expressionem Abscissæ convenientem.

Cum totius Methodi nostræ fundamentum in eo positum sit, ut inveniatur Curva FGH, cujus intercepta PM sit æqualis ordinatim applicatæ MC in Figura Quadranda AMC. Proinde si Geometricè describatur Curva FGH, (quam ob usum suum *Quadraticem* in posterum vocabo) ex illius relatione ad Quadrandam AMC, hæc duo quæsita statim innotescunt.

Assumatur itaque casus particularis Exempli 9, in quo $r = 2$, unde $z = y + a \times \sqrt{y+a}$; est æquatio definiens Curvam NC, in qua abscissa AM $= y$, ordinata MC $= z$, & AN $= a\sqrt{a}$. Atque $\frac{4y^2 + 8ay + 4a^2}{5} \times \sqrt{y+a} = xx$ æquatio definiens Quadratricem GFH, quæ Geometricè descripta cum axe concurrit in puncto H, supra initium abscissæ A. Dico punctum illud H, esse punctum simplicissimæ expressionis, & proinde $\frac{1}{2}$ GM $q = \frac{1}{2}xx$ non esse expressionem Areæ AMCN abscissæ AM competentis, sed, continuata

nuata Curva NC ad H, eſſe Aream HMC; adeoque excedere Aream abſciſſæ adjacentem, toto ſpatio trilineo HAN $=\frac{1}{2}$ FAq.

Secundo, Aſſumatur Exemplum ſecundum, in quo $x=y\sqrt{y+a}$: definit Quadrandam AMC, & $\frac{12y^2+4ay-8a^2}{15}\times\sqrt{y+a}=xx$ Quadraticem FHG, quæ Geometricè deſcripta concurret cum axe in puncto ſimpliciſſimæ expreſſionis H infra initium abſciſſæ A, ita ut integra Quadratrix ſit FHG, in qua, creſcentibus abſciſſis, decreſcunt ordinatæ, donec in puncto concurſus H prorſus evaneſcant. Dein ab hoc puncto H, creſcentibus abſciſſis, creſcunt pariter ordinatæ uſque in infinitum. Patet itaque $\frac{1}{2}$ GM$q=\frac{1}{2}xx$ non integræ Areæ AMC, ſed illius tantum parti HMCN competere; adeoque Expreſſio ſuperius inventa deficit ab ea, quæ Abſciſſæ AM adjacet, toto ſpatio trilineo HAN $=\frac{1}{2}$ AFq. Fig. 5.

Aſſumatur tertio, Exemplum primum in quo $x=y\sqrt{y^2+a^2}$. Quadrandam AMC, & $\frac{2y^2+2a^2}{3}\times\sqrt{y^2+a^2}=x^2$ Quadratricem FG definiunt; hæc autem Geometricè deſcripta nuſquam cum axe concurrit, ſed ab eodem (continuata) verſus K deflectit: Quo caſu punctum ſimpliciſſimæ expreſſionis merè imaginarium eſt. Patet itaque $\frac{1}{2}$ GM$q=\frac{1}{2}x^2$, non competere Areæ AMC abſciſſæ AM adjacenti, ſed eandem excedere toto ſpatio $\frac{1}{2}$ FAq. Hæc omnia ex Lemmate primo tam evidenter ſequuntur, ut iis demonſtrandis inhærere ſuperfluum eſſet. Quæque de his tribus Figuris dicta ſunt; omnibus aliis facillimè applicari poſſunt. Supereſt tantum, ut oſtendam quo pacto, punctum ſimpliciſſimæ Expreſſionis H, necnon $\frac{1}{2}$ FAq ſpatium deficiens vel excedens Aream quæſitam AMC Analyticè inveniatur. Fig. 6.

Ex dictis manifeſtum eſt punctum ſimpliciſſimæ expreſſionis H, illud eſſe in quo Quadratrix cum axe concurrit, id eſt, ubi ordinatim applicatæ x evaneſcunt, ſeu nihilo fiunt æquales: Et proinde ſi in æquatione Quadratricem definiente ponatur $x=0$, hæc reſoluta dabit longitudinem abſciſſæ y, juxta quam Quadratrix cum axe concurrit, quod punctum eſt ſimpliciſſimæ expreſſionis H quæſitum: quod ſi valor quantitatis y ſic inventus, fuerit affirmativus, tum Quadraticis cum axe concurſus H erit infra initium Abſciſſæ A, & proinde Area Methodo ſuperiori inventa deficiet ab area quæſita AMC toto ſpatio $\frac{1}{2}$ FAq: ſin valor quantitatis y fuerit negativus, tum H erit ſupra A; ſin denique valor quantitatis y fuerit impoſſibilis, tum punctum H imaginarium eſt. Sic in primo

horum

horum trium Exemplo, ſi ponatur $x=o$ in æquatione Quadratricem definiente, *ſcil.*

$$\frac{4y^2 \pm 8ay \pm 4a^2}{5} \times \sqrt{y+a} = x^2 \text{; erit, } \frac{4y^2 \pm 8ay \pm 4aa}{5} \times \sqrt{y+a} = o,$$

Fig. 4. quæ reducta dabit $y=-a$. Sumptá itaque AH, (ſupra A quia valor ejus eſt negativus) erit H punctum quæſitum.

Et in ſecundo Exemplo ubi $\frac{12y^2 + 4ay - 8a^2}{15} \times \sqrt{y+a} = xx$, ſi po-

Fig. 5. natur $x=o$, erit $\frac{12y^2 + 4ay - 8a^2}{15} \times \sqrt{y+a} = o$, quæ reducta dabit $y=+\frac{2}{3}a=$AH, cadente H infra A, quia y eſt valoris affirmativi.

In tertio Exemplo, ubi $\frac{2y^2 + 2a^2}{3} \times \sqrt{y^2+a^2} = xx$, poſito $x=o$,

Fig. 6. erit $\frac{2y^2 + 2a^2}{3} \times \sqrt{y^2+a^2} = o$, unde $y=\sqrt{-a^2}$; qui valor cum ſit impoſſibilis, concludendum eſt punctum H eſſe imaginarium, & proinde Quadratricem nuſquam cum Axe concurrere.

Ex dictis pariter manifeſtum eſt, AF eſſe ordinatam Quadratricis initio abſciſſæ convenientem, id eſt, ubi $y=o$. Et proinde ſi ponatur $y=o$, in æquatione Quadratricem definiente, hæc reducta dabit $\frac{1}{2}$ AFq ſpatium excedens vel deficiens ab Areæ Expreſſione Analytica Methodo generali invenienda. Illud proinde ab hac ſubſtractum, quando H cadit ſupra A, vel etiam quando H imaginarium eſt, dabit Quadraturam Areæ quæſitæ AMC, abſciſſæ AM competentis: Sin H cadit infra A, addendum eſt ſpatium $\frac{1}{2}$ FAq expreſſioni Areæ Methodo generali inveniendæ, ut inde habeatur Quadratura Areæ quæſitæ AMC.

Sic in primo trium Exemplo, ſi ponatur $y=o$,

Fig. 4. erit $\frac{4a^2}{5}\sqrt{a} = xx$; unde $\frac{2a^2}{5}\sqrt{a} = \frac{1}{2}xx$, & quia H hic cadit ſupra A, ideo

$$\frac{2y^2 + 4ay + 2a^2}{5} \times \sqrt{y+a} \mp \frac{2a^2}{5}\sqrt{a} = \text{AMC} = \tfrac{1}{2}\text{GM}q \mp \tfrac{1}{2}\text{FA}q.$$

Et

Et in secundo Exemplo, si ponatur $y=0$, erit $\frac{2a^2}{15}\sqrt{a}=\frac{1}{2}xx=\frac{1}{2}$ FAq, & quia H hic est infra A, ideo Fig. 5.

$$\frac{6y^2+2ay-4a^2}{15}\times\sqrt{y+a}+\frac{2a^2}{15}\sqrt{a}=\text{AMC}=\tfrac{1}{2}\,\text{GM}q+\tfrac{1}{2}\,\text{FA}q.$$

In tertio denique Exemplo, ponatur $y=0$, & erit $\frac{2a^3}{3}=xx$, unde $\frac{a^3}{3}=\frac{1}{2}xx=\frac{1}{2}$ FAq. Et qui H hic imaginarum est, ideo Fig. 6.

$$\frac{y^2+a^2}{3}\times\sqrt{y^2+a^2}-\frac{a^3}{3}=\text{AMC}=\tfrac{1}{2}\,\text{GM}q-\tfrac{1}{2}\,\text{FA}q.$$

Atque hoc modo procedendum est in omnibus aliis Quadraturis Analyticè expressis, sive illæ particulares, sive generales fuerint. Ita ut nunquam necesse sit Qaadratricem Geometricè describere, posito enim (in æquatione Quadratricem definiente) $x=0$, habetur punctum H, & posito rursus $y=0$, habetur spatium $\frac{1}{2}$ FAq; ut ostensum est. Quodque in tribus superioribus exemplis Quadratrices Geometricè describere præscripserim, id ideo factum est, ut harum Regularum fontem aperirem.

DE FIGURARUM QUADRATURIS.

Pars Posterior.

DE Curvarum in certa genera, & gradus distinctione, pauca jam sunt præmittenda. Curvas illas (cum Leibnitio) *Algebraicas* appello, quarum Naturæ exprimi possunt per æquationem, in qua duæ indeterminatæ quantitates, Lineas tantum rectas designant: Estque hoc primum Curvarum genus; quod sub se infinitos Curvarum gradus continet, pro variis indeterminatarum dimensionibus enumerandos.

Curvas illas (cum eodem Leibnitio) *Transcendentes* appello, quarum Naturæ exprimi possunt per æquationem, in qua, una ex indeterminatis lineam quandam Curvam designat. Et speciatim, si hæc quantitas indeterminata Curvam designet Algebraicam seu primi generis, erit ipsa transcendens, Linea Curva secundi generis. Sin quantitas indeterminata æquationem ingrediens Curvam designet secundi generis, erit Transcendens (hac æquatione definita) Curva tertii generis; & sic porro infinitum. Quodlibet etiam harum genus infinitos sub se continet Curvarum gradus, pro quantitatis transcendentis Dimensionibus enumerandos. Per Quantitatem Transcendentem semper intelligo quantitatem illam indeterminatam,

tam quæ lineam Curvam designat, quæque æquationem alterius Curvæ ingreditur.

Ex Corollario Lemmatis primi Part. 1. patet Quadraturam cujuscunque Figuræ AMC dependere ab alia linea Curva FGH cujus intercepta PM sit æqualis applicatæ MC in Curva AC Figuram Quadrandam terminante. Deq; his notatu dignissimum est, quod si AC sint Curvæ primi generis tum Quadratrices FGH aliquando sunt Curvæ primi, aliquando etiam secundi generis; & si AC sint Curvæ secundi generis; tum Quadratrices FGH aliquando sunt Curvæ secundi, aliquando etiam tertii generis: & universaliter, cujuscunque generis sint Curvæ AC, tamen Quadratrices FGH aliquando sunt Curvæ ejusdem, aliquando proxime superioris generis. Figuræ verò AMC, quarum Quadraturas Methodo generali determinandas suscepi, à Curvis solummodo AC primi generis comprehenduntur, & proinde Quadratrix invenienda FGH aliquando erit Curva primi, aliquando Curva secundi generis. In parte hujus Tractatûs priori ostensum est, quomodo Quadratrix quælibet primi generis FGH, pro Quadranda qualibet eam admittente sit invenienda. Rem paulò difficiliorem jam aggredior, Quadratrices nimirum secundi generis FGH determinaturus, quando Quadranda AMC primi generis, aliam non admittit. Et spero me fundamenta tam generalia traditurum, ut eadem Methodus ad superiora Figurarum genera promoveri possit ab iis, qui majori fruuntur otio, quam quod præsens vitæ nostræ ratio largitur. Fig. 1.

Pro harum Quadraticum Transcendentium Tangentibus determinandis, necesse fuit novam mihi Methodum excogitare. Regulæ enim Leibnitii (quibus in superiori parte ubique usus sum) Curs solummodo Algebraicas respiciunt; Ego saltem nihil inde Transcendentibus peculiare colligere potui, quod eodem jure ad aliorum Methodos non pertineat. Nemo tamen putet me à præstantissima ejus Methodo quidquam velle derogare; mihi enim persuasum est celeberrimum Virum, calculum suum differentialem, non modo ad hæc, sed multa alia recondita problemata posse porrigere. Ego interim Methodum meam, eodem ordine, quo mihi inter investigandum occurrebat, hic exhibeo.

Methodus Determinandi Tangentes Linearum Tranſcendentium.

Fig. 7. SIT AD Curva Tranſcendens cujuſcunque generis; AC Curva illa quæ Tranſcendentis ſpeciem determinat. Sitque Abſciſſa communis AB$=y$, Tranſcendentis ordinata BD$=x$, alterius Curvæ AC ordinata BC$=z$, quantitas Tranſcendens, ſeu portio Curvæ AC$=v$: Sintque Dd, Cc particulæ Curvarum AD, AC indefinitè parvæ; DE Tangens Curvæ AD, CF Tangens Curvæ AC, occurrentes Axi in punctis E, F; ducantur dc ad DC, & DH, CI ad AB parallelæ: cæteræ autem quantitates ſic notentur; incognita quæſita EB$=t$, FB$=b$, FC$=c$, DH$=$B$b=$CI$=m$, H$d=e$, C$c=n$.

LEMMA.

Quia FC . FB :: Cc . Bb. Hoc eſt, $c . b :: n . m$. Ideo erit $n=\frac{mc}{b}$.

REGULA.

1. In æquatione Curvam AD definiente, pro y ponatur $y+m$, pro x ponatur $x+e$, & pro v ponatur $v+n$, hoc eſt, $v+\frac{mc}{b}$ (per Lem.) 2. Auferantur ex æquatione ſic compoſita omnes termini in quibus nec (m) nec (e) reperiuntur. 3. Auferantur omnes termini in quibus (m) vel (e) ſunt in ſeipſas, vel ſe invicem multiplicatæ. 4. In æquatione reliqua pro (m) ſubſtituatur ubique (t), & pro (e) ſubſtituatur x; unde æquatio ſecundum Algebræ regulas reducta dabit valorem Analyticum quantitatis t tangentem quæſitam DE determinantis.

Omitto Regulæ hujus demonſtrationem, quoniam deducitur ex generali omnium Methodorum fundamento, apud Geometras paſſim noto, & dilucidè à D. D. *Barrow* explicato.

Exemp.

Exemp. 1. Sit $av + ay = xx$ æquatio definiens Curvam Tranſcendentem AD, cujus tangens ED quæritur. Sequendo partes Regulæ præcedentis, erit

$$1.\quad av + \frac{acm}{b} + ay + am = x^2 + 2xe + e^2.$$

$$2.\quad \frac{acm}{b} + am = 2xe + e^2.$$

$$3.\quad \frac{acm}{b} + am = 2xe.$$

$$4.\quad \frac{act}{b} + at = 2xx,$$

unde $t = \frac{2bxx}{ac + ab}$.

Quantitates b & c hic pro datis accipiuntur, quoniam AC eſt Curva inferioris generis, cujus tangens FC$=c$, & linea illam determinans FB$=b$ eodem modo ex Curva ſibi inferiori (& ſic porro donec tandem ad Curvam Algebraicam deveniatur) inveniri poſſunt, ut ſtatim oſtendam.

Manifeſtum eſt hoc modo infinitarum Tranſcendentium tangentes ſimul determinari; pro infinitis enim Curvis AC, infinitæ oriuntur Curvæ tranſcendentes AD, quarum omnium tangentes ex nuper invento quantitatis (t) determinantur. Ut ſi Curva AC ſit parabola communis cujus latus rectum ſit (a), & proinde $ay = x^2$, erit $b = 2y$, $c = \sqrt{4y^2 + ay}$; unde $t = \frac{4yxx}{a\sqrt{ay + 4y^2} + 2ay}$; & ſic ſubſtituendo particulares quantitatum b, c, valores, ex particulari Curvæ proprietate inveniendos, habentur particulares tranſcendentium tangentes.

Notandum eſt, non ſemper neceſſe eſſe omnem Calculum in præcedenti regula præſcriptum adhibere; ex eo enim Regulæ compendioſæ deduci poſſunt, prout factum eſt à Sluſio.

Ut

Ut si $av^{r}=x^{s}$, erit æquatio Regulæ quarta parte inventa, $\frac{tracv^{r-1}}{b}=sx^{s}$. Exinde etiam compendia formari possunt pro surdis & fractis, qualia ingeniosè excogitavit Leibnitius pro Curvis Algebraicis. Sed quia nullus erit horum in sequentibus usus, plura jam non addo.

Fig. 7. *Exemp.* 2. Sit $av+v^{2}+\sqrt{y^{4}+a^{4}}=xx$ æquatio exprimens Naturam Curvæ transcendentis AD, cujus tangens DE quæritur. Per compendium modo traditum, pro parte æquationis transcendente; & per Lebnitii regulas, pro parte ejus Algebraica erit,

$$\frac{act+2cvt}{b}+\frac{2y^{3}t}{\sqrt{y^{4}+a^{4}}}=2xx.$$ quæ reducta dabit

$$t=\frac{2bxx\sqrt{y^{4}+a^{4}}}{2by^{3}+\overline{2cv+ac}\times\sqrt{y^{4}+a^{4}}}.$$

Fig. 8. *Exemp.* 3. Sit jam Linea transcendens ADG Cyclois, cujus circulus genitor ACH, Axis AH, Basis GH. Sitque D punctum in Cycloide datum, à quo ducenda est tangens DE. Ducta ordinatim applicata DB secans circulum in C; si que ut supra AB$=y$, BC$=z$, BD$=x$; sitque circuli diameter AH$=2a$. His positis, ex notissima Cycloidis proprietate erit $v+\sqrt{2ay-y^{2}}=x$ æquatio definiens Cycloidem datam, in qua quantitas transcendens AC$=v$. Itaque

$$\frac{ct}{b}+\frac{at-yt}{\sqrt{2ay-yy}}=x,$$ quæ reducta dabit

$$t=\frac{bx\sqrt{2ay-y^{2}}}{ba-by+c\sqrt{2ay-yy}}=\text{EB}.$$

Ob datum circulum ACH, dantur FC$=c$, FB$=b$, & proinde etiam quantitas t tangentem quæsitam DE determinans innotescit.

Fig. 9. *Exemp.* 4. Assumatur CD curva tertii generis cujus æquatio sit $av=xx$, in qua x designat ordinatam BD, & v quantitatem transcendentem AC, (curvam scil. secundi generis); juxta Methodum nostram erit

act

$\frac{act}{b}=2xx$, unde $t=\frac{2bxx}{ac}=$EB.

Ubi c designat ipsam tangentem quantitatis transcendentis, *scil.* FC, & b lineam inter ordinatam ejus BC & tangentis cum axe concursum F *scil.* FB: & quia datur Curva AC (hoc est æquatio illius naturam definiens) ideo dantur, c, b. Ut si $aw=uu$, in qua $u=$BC, $w=$AK. Erit $\frac{act}{b}=2uu$, unde $t=\frac{2buu}{ac}=$FB; dantur autem b, c in hac æquatione, quia datur Curva AK speciem transcendentis determinans; ut si $as=y^2$, in qua $y=$AB, $s=$BK, erit TB$=b=\frac{1}{2}y$, TK$=c=\sqrt{\frac{1}{4}y^2+\frac{y^4}{a^2}}$:

Diligenter enim notandum est c semper denotare ipsam tangentem, & b lineam inter ordinatam & tangentis cum axe concursum, in illa Curva quæ speciem istius Curvæ (cujus tangens quæritur) determinat. Sic in hoc Exemplo, quia AC est quantitas transcendens Curvæ AD cujus tangens ED quæritur; ideo in valore lineæ EB (per hanc Methodum invento) erit $b=$FB, $c=$FC; & quia AK determinat speciem Lineæ Curvæ AC, ideo in valore lineæ FB (per hanc Methodum inveniendo) erit TB$=b$, $c=$TK; Adeo ut cujuscunque generis sit Curva AD, posset tamen semper invenire valor Analyticus lineæ EB, quæ tangentem quæsitum FD determinat; sub quo continentur tangentes omnium inferiorum generum; quæ omnes pro datis supponuntur, cum tangens cujuslibet Curvæ superioris, ex datis vel inventis tangentibus Curvæ generis proximè inferioris habeatur. Ut si quæratur tangens Curvæ sexti generis, quæ determinatur à Curva data quinti, quæ determinatur à Curva data quarti, quæ determinatur à Curva data tertii, quæ determinatur à Curva data secundi, quæ deniq; determinatur à Curva data primi generis: Per Vulgares Methodos invenietur tangens infimi seu primi generis; ex hac per Methodum nostram invenietur tangens Curvæ secundi, & ex tangente secundi invenietur tangens tertii, & ex tangente Curvæ tertii invenietur tangens Curvæ quarti, & ex tangente Curvæ quarti invenietur tangens Curvæ quinti, & sic denique ex tangente Curvæ hujus quinti invenietur tandem tangens quæsita Curvæ propositæ sexti generis: Calculus enim in omnibus idem est, nullaque eum quantitas ingreditur, nisi quæ datas harum Curvarum æquationes constituunt, & earum tangentes determinant. Nihil itaque jam deesse video, quod omnium Curvarum

varum tranſcendentium æque ac algebraicarum tangentes reſpicit, quodque in his, quæ jam explicui, continetur.

Methodus inveſtigandi Quadratrices Tranſcendentes.

NOtandum eſt primò, quod duæ hic ſint Lineæ Curvæ incognitæ, quarum altera eſt ipſa Quadratrix Tranſcendens, altera verò eſt Curva ipſius Tranſcendentis ſpeciem determinans. Secundò, Quod Quadratrix ſemper ſit Curva ſecundi generis, quia Figuras Curvis tantum primi generis tractandas aſſumimus.

Fig. 10, & 11. Sit AH, vel OH Curva Figuram Quadrandam ABH, vel ABHO comprehendens; AD ejus Quadratrix quæſita, & AC curva Quadratricis ſpeciem definiens quarum communis abſciſſa AB$=y$ ordinatæ BH$=z$, BD$=x$, BC$=s$; quantitas tranſcendens AC$=v$, & (a) quantitas quælibet data & determinata unitatis locum ſupplens.

REGULA.

1. Æquationi per Problema primum Part. 1. inventæ addatur ev atque hæc eminenter continebit æquationem, quæ Quadratricem AD definiet; ubi e deſignat quantitatem incognitam ſed determinatam: Facile enim demonſtrari poteſt quantitatem v non ultra unam dimenſionem aſcendere, in Quadratrice tranſcendente cujuſlibet Figuræ primi generis. 2. Valorem Ordinatæ z (omnibus ejus terminis ſub vinculo involutis) multiplica per y, addantur omnes ejus poteſtates inferiores coefficientibus incognitis g, b, k, &c. affectæ; & ſumma omnium æquata quantitati s erit æquatio quæ eminenter continebit Curvam AC. 3. Per Methodum noſtram Tangentium modo explicatam, ex æquatione Quadratricem AD eminenter continente inveniatur valor Analyticus Lineæ BL inter ejus perpendicularem AD & ordinatam DB interceptæ. 4. In hoc valore Analytico interceptæ BL ſubſtituantur valores quantitatum b, c, per communes Tangentium Methodos, ex æquatione Curvam AC eminenter continente inveniendos, ita ut nulla quantitas indeterminata præter y in valore interceptæ BL reperiatur. 5. Valorem lineæ BL ſic inventus æquetur valori ordinatæ z: Termini hujus æquationis (à ſurdis & fractis liberatæ) ritè comparati coefficientes omnes incognitas determinabunt, quæ in propriis locis

locis restitutæ dabunt æquationes quæ Curvas AC, AD definient.

Notandum, quod ideo necesse fuit æquationem, Curvam AC *includentem definire, quia aliter prorsus impossibile erit valorem interceptæ* BL *inventum cum valore ejus dato comparare, vel particularem Transcendentis Naturam determinare.*

Prob. I.

Circuli Quadraturam invenire.

SIT AHG semicirculus, cujus Diameter AG $= 2a$, unde Fig. 10, $z = \sqrt{2ay - y^2}$, jam quia per Prob. 1. Part. 1, $ly + ma \times \sqrt{2ay - y^2} = x^2$ esset æquatio includens Quadratricem AD, siquidem illa esset Curva Algebraica seu primi generis; at cum talem pro Circulo nullam esse constet, ideo per Regulam præcedentem, 1. $ev + ly + ma \times \sqrt{2ay - y^2} = xx$ erit æquatio eminenter continens Quadratricem Circuli transcendentem AD.

Et 2. $\sqrt{ka^4 + ba^3y + ga^2y^2 + pay^3 + qy^4} = s$ æquatio eminenter continens Curvam AC, quæ specialem Transcendentis naturam determinat. Sed quia calculum experto innotuit solos terminos, in quibus y^2, & y reperiuntur, eam comprehendere, ideo ut calculus simplicior fiat assumo $\sqrt{bay + gy^2} = s$. Quique (ad vitandas fractiones) facilior evadet si ponatur $\sqrt{2bay + gy^2} = s$. Plurima enim hujusmodi compendia inter operandum invenies. Atque hic semel monuisse sufficiat, me in sequentibus non omnes terminos Æquationum juxta præscriptum Regulæ, loco 1, & 2, assumendos adhibere, sed tot tantum eorum, quot per calculum vel aliunde, Curvas incognitas AD, AC eminenter continere cognosco.

3. Ex priori æquatione per Methodum tangentium jam explicatam invenio

$$BL = \frac{ec}{2b} + \frac{ma^2 + 3lay - may - 2ly^2}{2\sqrt{2ay - y^2}}.$$

Et ex posteriori æquatione invenio (4.) per communes tangentium Methodos

$$b = \frac{2bay + gy^2}{ba + gy},\ c = \sqrt{\frac{\overline{2bay + gy^2}|^2 + 2\,\overline{bay + gy^2} \times \overline{ba + gy}|^2}{\overline{ba + gy} \times \overline{ba + gy}}} = FC.$$

Substi-

Substitutis itaque his valoribus quantitatum b, c, in nuper invento valore interceptæ BL, erit 5.

$$BL = \frac{e}{2}\sqrt{\frac{2bay + gyy + \overline{ba + gy}|^2}{2bay + gy^2}} + \frac{ma^2 + 3lay - may - 2ly^2}{2\sqrt{2ay - y^2}} =$$

$$= \sqrt{2ay - y^2}.$$

Hæc æquatio à fractis & surdis liberata dabit hanc,

$$\begin{array}{l} +4llgy^6 \\ -8lg \\ +4g \end{array} \left.\begin{array}{l} -12llg \\ +28lg \\ +4lmg \\ -16g \\ -4gm \\ +8llb \\ -16lb \\ +8b \end{array}\right\} ay^5 \left.\begin{array}{l} -10lmg \\ +12mg \\ +9llg \\ -24lg \\ +16g \\ +m^2g \\ -24llb \\ +56lb \\ +8lmb \\ -32b \\ -8mb \end{array}\right\} a^2y^4 \left.\begin{array}{l} +6lmg \\ -8mg \\ -2m^2g \\ -20lmb \\ +24mb \\ +18llb \\ -48lb \\ +32b \\ +2m^2b \end{array}\right\} a^3y^3$$

$$\left.\begin{array}{l} +m^2g \\ +12lmb \\ -16mb \\ -4m^2b \end{array}\right\} a^4y^2 + 2m^2ba^5y = \left.\begin{array}{l} -e^2g^2 \\ -e^2g \end{array}\right\} y^4 \left.\begin{array}{l} +2e^2g^2a \\ +2e^2ga \\ -2e^2bga \\ -2e^2ba \end{array}\right\} y^3$$

$$\left.\begin{array}{l} +4e^2bga^2 \\ +4e^2ba^2 \\ -e^2b^2a^2 \end{array}\right\} y^2 + 2e^2b^2a^3y.$$

Facta comparatione terminorum hujus æquationis, erit prima $4llg - 8lg + 4g = 0$, unde $l = 1$. Secunda comparatio erit $-12llg + 28lg + 4lmg - 16g - 4mg + 8llb - 16lb + 8b = 0$, si substituatur valor quantitatis l, invenietur omnes terminos se mutuò destruere, unde nullius coefficientis determinatio ex hac secunda comparatione habetur. Tertia erit $-10lmg + 12mg + 9llg - 24lg + 16g + m^2g - 24llb + 56lb + 8lmb + 8mb - 32b \times aa = -g^2 - g \times e^2$, substituto valore quantitatis l, & ablatis quæ se mutuò destruunt, erit

$$m^2g + 2mg + g \times a^2 = -g^2 - g \times e^2, \text{ unde } g = \frac{\overline{-m^2 - 2m - 1} \times a^2 - e^2}{e^2};$$

Quarta,

Quarta, $\overline{6lmg - 8mg - 2m^2g - 20lmb + 24mb + 18llb - 48bl + 32b +} \\ \overline{+ 2m^2b} \times a^3 = \overline{2g^2 + 2g - 2bg - 2b} \times ae^2$, quæ ritè tractata dabit $g = \frac{\overline{-m^2 - m} \times \overline{a^2 - e^2}}{e^2}$; & proinde harum Fractionum numeratores sunt æquales *scil.* $-m^2a^2 - 2ma^2 - a^2 - e^2 = -m^2a^2 - ma^2 - e^2$, unde $m = -1$; substituto itaque valore quantitatis (m) invenietur $g = \frac{-e^2}{e^2} = -1$. Quinta, $a^4 \times m^2g + 12lmb - 16mb - 4m^2b = 4bg + \\ + 4b - bb \times e^2a^2$, unde (substitutis g, l, m repertis) erit tandem $eb = a$. Sexta denique $2m^2ba^5 = 2b^2e^2a^3$, unde $be = \frac{a^2}{e}$; ergo $a = \frac{a^2}{e}$, unde $e = a$, & proinde $b = \frac{a}{e} = 1$; & sic tandem omnes coefficientes incognitæ inveniuntur *scil.* $l = b = 1$, $m = g = -1$, & $e = a$. Hi valores in propriis æquationibus substituti dabunt $av + \\ + y - a \times \sqrt{2ay - y^2} = xx$ æquatio definiens Circuli Quadratricem AD, & $\sqrt{2ay - y^2} = s$ æquatio definiens Curvam AC; & quia $z = \sqrt{2ay - y^2}$, ideo $z = s$, ideoque non differunt AC, AH, nec specie nec magnitudine: unde constat Lineam Curvam quæ Quadratricem Circuli determinat, esse ipsius Circuli circumferentiam. Et juxta Lem. 1, Part. 1.

$$\frac{av + \overline{y - r} \times \sqrt{2ay - y^2}}{2} = \tfrac{1}{2}xx = \text{ABH}.$$

Ubi $v = $ AH (nam AC, AH hic coincidunt ut dictum) atque hæc est vera Circuli Quadratura Transcendens quæsita, nec possibile est illam aliter per æquationem finitam exprimere.

Prob. II.

Hyperbolæ Quadraturam invenire.

SIT OH Hyperbola æquilatera, cujus centrum A, vertex O, semiaxis AO $= a$, abscissa AB $= y$, Ordinata BH $= z$, unde $z = \sqrt{y^2 + aa}$ per Prob. 1, Part 1. $ly + ma \times \sqrt{y^2 + a^2} = xx$ esset æquatio definiens Quadratricem AD, si quidem illa esset Curva primi generis, sed quia nullam esse talem pro Hyperbola constat; ideo per Regulam præcedentem 1. $\overline{ev + ly + ma} \times \sqrt{y^2 + a^2} = xx$ eminenter Fig. 11.

 continebit

continebit Quadratricem Hyperbolæ Tranſcendentem. Et 2. erit $\sqrt{k+fy^2+gy^2+py^3+by^4}=s$ æquatio eminenter continens Curvam $AC=v$; ſed calculum expertus inveni priorem ſub $ev=x^2$ poſteriorem vero ſub $s=\sqrt{k+by^4}$ comprehendi, & ideo has pro illis uſurpo. 3. Per Methodum noſtram Tangentium invenio interceptam $BL=\frac{ec}{2b}$. Et 4. per communes Methodos invenio etiam

$$b=\frac{k+by^4}{2by^3}=FB,\quad c=\frac{\sqrt{\overline{k+by^4}|^2+\overline{k+by^4}\times 4bby^6}}{2by^3}=\sqrt{bb+ss}=FC.$$

Unde 5. $BL=\frac{ec}{2b}=\frac{e}{2}\sqrt{\frac{k+by^4+4bby^6}{k+by^4}}=\sqrt{y^2+a^2}=BC.$

Hæc æquatio à fractis & ſurdis liberata dabit,

$$+4bbeey^6+be^2y^4+ke^2=4by^6+4ba^2y^4+4ky^2+4ka^2;$$

prima comparatio $4bbee=4b$, unde $b=\frac{1}{ee}$; ſecunda erit hæc $bee==4baa$, unde $e=2a$; & proinde $b=\frac{1}{ee}=\frac{1}{4aa}$; tertia $ke^2=4ka^2$, unde rurſus $e=2a$; quarta denique $4ky^2=o$, unde $k=o$; & ſi omnes terminos præcedentium æquationum in hoc calculo retinuiſſem, inveniſſem pariter (ſed prolixiori calculo) $l=o$, $m=o$, $f=o$, $g=o$, $p=o$. unde conſtat ſolos terminos coefficientibus e & b affectos prædictas æquationes conſtituere, erit itaque $2\,av=xx$, æquatio definiens Quadratricem Hyperbolæ Tranſcendentem AD, & $s=\sqrt{\frac{1}{4aa}y^4}$, hoc eſt $2\,as=y^2$ equatio definiens Curvam $AC=v$, quæ in hoc caſu eſt Parabola, cujus latus rectum eſt $2\,a$. Atqui per Lem. 1, Part. 1.

$$av=\tfrac{1}{2}xx=ABHO.$$

Quæ eſt vera Hyperbolæ Quadratura Tranſcendens, quæque à longitudine Lineæ Parabolicæ AC dependet, ut jam antea ab Heuratio notatum fuit in Epiſtola ſua ad Carteſii Geometriam annexâ.

Prob. III.

Fig. 11. Invenire Quadraturam Figuræ ABHO, cujus proprietas eſt $z=\sqrt{y^2+a^2}$. Per Prob. 1. Part. 1. $ly+ma\times\sqrt{y^2+a^2}=xx$ eſſet æquatio definiens Quadratricem AD, ſi modo illa eſſet Curva Algebraica; at quia hæc Figura talem non admittit, ideo per Regulam præcedentem erit 1. $ev+ly+ma\times\sqrt{y^2+a^2}=xx$, in qua v denotat

tat portionem Curvæ AC, cujus æquatio eminenter continetur ſub hac $\sqrt{p+qy+dy^2+ky^3+gy^4+by^5}=s$, calculum ſequutus inveni $l=o$, $m=o$, $p=q=d=k=g=o$. Ideoque $ev=xx$ erit æquatio definiens Quadratricem tranſcendentem AD; & $\sqrt{by^5}=s$ æquatio definiens Curvam AC, quæ Tranſcendentis ſpeciem determinat. 3. Per Methodum Tangentium jam explicatam invenio interceptam

$BL=\frac{ec}{2b}$: & per comunes Methodos invenio 4, $b=\frac{2y}{5}$, unde

$c=\sqrt{bb+ss}=\sqrt{\frac{4y^2}{25}+by^5}$; erit ergo 5.

$BL=\frac{ec}{2b}=\frac{e}{4}\sqrt{4+25by^3}=\sqrt{aa+y^2}$. Hæc à fractis & ſurdis liberata $4ee+25be^2y^3=16aa+16yyy$; prima comparatio $4e^2=16a^2$, unde $e=2a$, ſecunda $25be^2=16$, unde $b=\frac{4}{25aa}$; Ideoq; $2av=xx$ definiet Quadratricem AD, & $s=\sqrt{\frac{4y^5}{25a^2}}$ definiet Curvam $AC=v$, unde per Lem. 1. Part 1: $av=\frac{1}{2}xx$. Dependet itaque propoſitæ Figuræ Quadratura ex longitudine lineæ Curvæ AC cujus proprietas eſt $s=\frac{2}{5a}\sqrt{y^5}$.

PROB. IV.

INvenire Quadraturam Figuræ ABHO, cujus Natura ſit $z=\sqrt{y^4+a^4}$; per Prob. 1, Part. 1. $ly+ma\times\sqrt{y^4+a^4}=xx$ eſſet æquatio definiens Quadratricem AD, ſi illa Algebraica fuiſſet; at quia Tranſcendens eſt, ideo $ev+ly+ma\times\sqrt{y^4+a^4}=xx$, per primam præcedentis Regulæ partem. Et 2. $s=\sqrt{by^6+gy^5+py^4}$, &c. æquatio eminenter continens Curvam AC, à qua Tranſcendens Quadratrix AD determinatur. Inveni tamen $l=m=g=p$, & $e=o$; ideoque $ev=x^2$ Curvam AD, & $s=by^6$ Curvam AC definiet. 3. Ex priori per Methodum præcedentem invenietur Fig. 11.

$BL=\frac{ec}{2b}$. 4 Per communes Tangentium Methodos invenietur.

$c=\frac{y}{3}\sqrt{1+9by^4}=FC$, $b=\frac{y}{3}=FB$; ſubſtitutis itaque his valoribus quantitatum b, c, in nuper invento valore interceptæ BL, erit.

BL=

$BL = \frac{ec}{2b} = \frac{1}{2}\sqrt{ee + 9beey^4} = \sqrt{a^2 + y^4}.$

Hæc à ſurdis & fractis liberata $ee + 9beey^4 = 4aa + 4y^4$.

Prima comparatio erit $e^2 = 4a^2$, unde $e = 2a$. Secunda erit $9bee = 4$, unde $b = \frac{1}{9aa}$. Et proinde $2av = xx$ Quadratricem AD; & $s = \sqrt{\frac{y^6}{9a^2}}$, hoc eſt, $s = \frac{y^3}{3a}$ eſt æquatio Curvam AC definiens. Et per Lem. 1, Part. 1. $av = \frac{1}{2}x^2 =$ ABHO, ubi v deſignat portionem Curvæ AC jam inventæ.

Atque jam Methodum hanc me ſufficienter explicaſſe credo, ex qua multa præclara Theoremata pro Quadratricibus Tranſcendentibus deduci poſſunt, ope Lemmatis 2, Part. 1. qualia exinde pro Quadratricibus Algebraicis deduxi. Habes itaque, benigne Lector, quæ de Figurarum Quadraturis, hactenus meditatus ſum; in quibus, ſi aliquid ad Geometriam promovendam reperias, me tempus & operam non inutiliter collocaſſe judicabo.

RESPON-

RESPONSIO AD LITERAS Domini D. T. *Lipsiam* Missas

FEB. 20. 1686.

SExtus jam labitur Annus, ex quo hæ Literæ ad manus meas pervenerunt; clarissimum Autorem tamen bile perquam fervida illas scripsisse percipiens, credebam me, ex officio humanitatis, Responsionem meam differre debuisse, ut ille interim, *Mentis Medicinæ* dosi sæpius repetita, Animum suum tandem ab Ira purgaret, facilius etiam errores percipiat, quos ab ipso in Geometria commissos jam sum ostensurus; atque hoc pacto *Medicum* simul & *Geometram* meliorem se præstititisse demonstrabit. Nunc itaque breve huic Epistolæ Responsum dabo, neglectis consultò iis, quæ in præstantissimos hujus ævi Geometras, eosque immeritò, effudit; & quæ in meipsum opprobria congessit. Sciat etenim scurvilem, quo utitur, Scribendi stylum, cum sit hominibus ingenuæ educationis indignus, etiam à moribus nostris esse quam maximè alienum.

Acta eruditorum Lipsiæ publicata mense *Octobri*, 1683, non-

nulla

nulla cogitata circa Figurarum Quadraturas proposuere, quibus Autor *D. T.* Methodi cujusdam Specimen contineri asserit. Eadem Acta Mense *Maio* 1684, aliud scriptum exhibuere, cujus Autor Anonymus, postquam de prædicta Methodo tanquam à se inventa multùm præfatus fuerat, concludebat tandem eam sibi non usquequaque arridere. Ego, cum Methodum istam penitius inspexissem, non putabam rem tantæ molis, ut Geometris uno pluribus digna haberetur: & quia nihil tum extabat, quod contrarium suaderet, credebam me quæcunque de hac re in scedulis citatis scripta erant, tanquam ab uno aliquo viro scripta supponere tutò potuisse: præsertim cum nihil contra istam Methodum afferebam, quod non æquè valeret, sive unum sive plures haberit Autores. Satis tamen mirari nequeo Dominum *D. T.* dicere potuisse Schædam Mense *Maio* scriptam Literas *G. G. L.* titulo præfixas habuisse, ex quibus non ipsum, sed Dominum Leibnitium schedulæ istius Autorem esse cognoscerem; quod falsissimum esse, cuivis vel leviter eam inspicienti constat. Sed Responsione non opus est ad talia, quæ *D. T.* tantopere cavillatur, quæque cum verbis Domini *G. G. L.* collata ostendunt non ipsum, sed Dominum Leibnitium Methodi istius legitimum esse Autorem: idque jam manifestum fecit Dominus *G. G. L.* in schedula Actorum cui titulus (*De Geometria recondita,* &c.) in qua expresse se ejus Autorem esse asserit, " *& eandem Domino* D. T. *decem ab hinc Annis communicâsse, cum Parisiis de rebus* " *Geometricis crebrerrimè loquerentur*, quo tempore *D. T.* per alias planè vias incedebat, " *dum interim ipsi* (Leibnitio) *hæc Methodus erat* " *familiarissima.* Quæque itaque in hoc negotio contra me tam iratus scripsit *D. T.* omnia huc redeunt, quod ipsum Plagiarium esse tum nescirem, & quod Colloquia, quæ sexdecim ab hinc annis ipsi cum Domino *G. G. L.* intercedebant, divinare non potuerim.

Sed ad ipsam Methodum rursus considerandum accedo, prout illa à Domino *D. T.* explicatur; nullus enim dubito quin celeberrimus Leibnitius eam perfectissimè intelligat. Illa autem his tribus continetur. 1. Data Quadratrice invenire Quadrandam, vel, quod idem est, invenire Curvam cujus Area per datam quamlibet æquationem exprimatur: hoc autem solius Domini *Barrow* inventum est, in *pag.* 125. *Lect. Geom.* 2. Invenire, certâ Methodo, Quadrandam generalem simplicissimam, quæ datam quamlibet Quadrandam particularem eminenter contineat. 3. Quadrandæ generalis sic inventæ terminos, cum respectivis terminis Æquationis Curvam propositam exprimentis comparare, ut inde habeatur Quadratrix

quæsita

quæsita, vel pateat Quadraturæ impossibilitas. Hoc verò Cartesii inventum est, qui in secundo Geometriæ suæ libro Methodum exposuit solvendi Problemata per æquationum comparationem, quam per Tangentium inventionem egregiè illustravit, & expresse infinitis aliis Problematis inservire posse asserit. Nihil itaque superest, quod Domino *D. T.* tribuatur, nisi secundum solvat Problema, Regulam certam exhibendo, qua debitum Theorema eligatur. Quam infœlices hucusque fuerint omnes ejus conatus ex sequentibus luculenter apparebit.

Vid. *pag.* 49. *Geom. Edit. Amstel.* 1683.

Notandum est *D. T.* duas Regulas tradidisse, quarum prior continetur in specimine, & ex dimensionibus quantitatis *z* Theorema eligendum jubet, absque ullo ad dimensiones quantitatis *x* respectu, ut ex ipsius verbis liquido constabit, " *Quia ordinatim ap-* " *plicata ad duas dimensiones ascendit, secundum Theorema eligendum* " *(si tres habuisset dimensiones tertium Theorema fuisset eligendum, &* " *sic porro).* Regulam generalem esse, postrema ejus verba (*& sic porro*) apertè indicant. Et cum ne verbum quidem amplius addiderit, quis non videt illum voluisse, ex solius ordinatim applicatæ *z* dimensionibus, debitum Theorema eligere? Cum ne minimam dimensionum abscissæ *x* in tota sua Regula mentionem fecerit. Sed ex Animadversione mea percipiens infinitas esse Figuras, quæ ad Methodum suam sic explicatam reduci nequeunt, ad secundam Regulam confugit, quam in his literis edidit, dicens in electione Theorematis non tantum ordinatæ *z*, sed etiam abscissæ *x* dimensiones esse respiciendas. Et ne videatur novam Regulam exhibuisse, prioris Regulæ verba pessimè mutavit, ubi ait —— " *Dixeram in* " *specimine,* quando *ordinatim applicata,* &c. Cum re vera in Specimine dixisset, " quia *ordinatim applicata,* &c. Illa quidem laxiorem sensum admittunt; hæc verò tam absolutè ordinatam respiciunt, ut omnem Abscissæ considerationem prorsus excludant: quod ideo notari velim, ut pateat quam miserè in his Literis tergiversetur. Dein procedit, " *Hoc Autor hic adeo absolutè intellexit, ac si* " *nullus* juxta me respectus habendus esset ad Regulas comparatio-" num, *quas tamen expressè dixi adhibendas.* An nimis absolutè ipsum intellexerim, verborum suorum mutatio ab ipso facta testatur. Regulas autem comparationum quod attinet; ego quidem nihil de iis in Animadversione mea adduxi, ipsum enim ex Cartesii Geometria edoctum eas ritè adhibuisse percipiebam. Sed cum Regulæ comparationum, æquationes comparandas aliunde datas vel inventas supponunt, absurdum est Theorematis electionem ex iis deducendam esse asserere; quod etiam ipsius Domini *D. T.* processus indicat:

ut videre est in *pag.* 435 & 436, *Actorum Anni* 1683; ubi, assumptâ Figurâ, cujus ordinata est duarum dimensionum, juxta Regulam § 1. traditam, secundum Theorema eligit, nullam aliam electionis rationem adducens, quam *quia* ordinatim applicata z ad duas dimensiones assurgit. Tum § 2, In Theoremate sic electo quantitates B, C, *&c.* restituere jubet. Dein in § 3, fiat (inquit) comparatio omnium horum terminorum Theorematis hujus, *&c.* comparatio itaque juxta ipsum instituenda est cum Theoremate aliunde electo, nimirum ex dimensionibus ordinatæ z juxta præscriptum Regulæ § 1. exhibitæ, adeoque non verba tantum istius Regulæ, sed etiam Domini *D.T.* ejusdem applicatio luculenter confirmat nullum respectum habendum esse quantitatis x in eligendo, sed tractando Theoremate ex solius ordinatæ z dimensionibus electo. Hunc Regulæ suæ defectum in Animadversione mea demonstratum se excusare posse sperat, innuendo sub initio hujus Epistolæ non integram Methodum, sed illius tantum *Specimen* aliquod in actis Eruditorum contineri. In speciminibus quidem solent res compendiosiùs tractari; at partem rei tractandæ dimidiam, eamque primariam prorsus intactam relinquere, *Speciminis* nomen non patitur. Hæc saltem excusatio nullo jure ad Dominum *D. T.* attinere potest, qui tot *Speciminis* sui lineas inani jactantia repleverit, dum Veterum & Recentiorum inventa longissimè prætervexisse gloriatur. Rem sane Modestiæ & Speciminis brevitati magis convenientem, multóque magis Geometris gratam præstitisset, si *has Laudes, quas nemo sanus sibi ipsi tribueret,* in aliud tempus reservasset, & interea Regulam certam eligendi debitum Theorema exhibuisset. Atque hæc de vulgaribus istis, & Domino *D. T.* nimis familiaribus, errorum Asylis dicta sufficiant. Ad posteriorem ejus Regulam jam transeundum est, quam iisdem, quibus prior, erroribus involutam reperiemus.

Vid. *Acta Erud.* pag. 170. *An.* 1686. & pag. 437. *An.* 1683.

" *Esto* (inquit) $zz = \frac{x^{10}}{a^8}$, *cum præceperim si* z *sit duarum dimensio-*
" *num secundum meum Theorema esse eligendum* (*intellige si Regulæ*
" *comparationum hoc patiantur*) *& vero, quia hic habetur* x^{10}, *quod*
" *in dicto Theoremate non adest, clarè pateat comparationem cum memo-*
" *rato Theoremate institui non posse; hoc in casu tertium Theorema assumi*
" *debere concluderem, in quo necessariò aliqui termini erunt, qui æqua-*
" *les dimensiones cum quantitatibus* z *&* x *obtineant.*

Propositæ autem Figuræ Quadratrix est $6a^4y = x^5$, atque hæc nec in tertia, nec in quarta, sed in quinta (ad minimum) Quadratrice

trice generali continetur; & proinde in hoc casu, non tertium, sed quintum Theorema assumendum erat. Falsa itaque est ipsius Regula, quæ tertium assumere jubet, quando non nisi quintum Theorema assumendum est. Et si tam gravem commiserit errorem in Figura tam simplici, ab ipso etiam ad novam suam Regulam examinandam proposita; quam exigui sit momenti in aliis Figuris magis compositis, ipsi Domino *D. T.* & aliis abundè patet. Ad pleniorem verò confirmationem tres alias Figuras hìc ascribere visum est, $z^2 = \frac{x^3 + axx}{a}$; $z^2 = \frac{x^4 + m^2x^3}{pp}$; $z = \frac{x^5 + ax^4}{aaa}$; Quia in his z non ultra duas, nec x ultra decem dimensiones assurgit, ideo juxta Dominum *D. T.* nulla harum ultra tertium ejus Theorema ascendit; & tamen ex earum Quadraturis in Methodo nostra determinatas constat primam cum quinto, secundam cum sexto, & tertiam cum septimo ejus Theoremate comparandam esse. Et de secunda harum trium observandum est; illam jam in Animadversione mea propositam fuisse; & licet primaria esset Figura, quam contra ejus Methodum adduxi, nulla tamen illius in his literis facta est mentio, quam absque dubio fecisset, si quovis modo illam ad regulas suas revocare potuisset: hoc enim præ cæteris, quas illi tum proposueram, peculiare habet, quod cum secundo ejus Theoremate comparanda sit, sive priorem, sive Regulam sequamur posteriorem. Habes itaque, benigne Lector, brevem, plenam tamen & perspicuam demonstrationem Errorum, quos monitus etiam commisit Dominus *D. T.* in tantopere jactata Quadraturas determinandi Methodo. Consultiùs esset, hæc celeberrimo eorum Autori *G. G. L.* tractanda committere, & viis suis antiquis incedere, quibus insistebat priusquam ipsum Parisiis conveniret: Viatoribus enim per vias incognitas incedentibus aberrare sæpissimè contingit.

In conclusione hujus Epistolæ totus est (ut solet) in semetipsum & Inventa sua prædicando occupatus. *Ille* (si credas) *Series habet* Newtoni *seriebus simpliciores, magisque genuinas: Ejus Theoremata* Barovianis *multò prævalent: Ille specimen exhibuit Methodi Tangentium Universalis, qualem nemo adhuc publicavit: Omnes Curvas conceptibiles formare novit, quod nec à Cartesio, nec ullo alio publicatum: Ille tribus lineis prolixas Ja. Gregorii nostratis demonstrationes explicare potest: tantum tribus quatuorve præstare potest, quantum Dominus* Barrow *magno præstitit Theorematum numero: Ille Problema illustri Hugeniano Problemati simile proposuit.* Aliorum quærere laudes, apud omnes meritò habetur inhonestum; at tot & tam immeritas, ex aliorum

Vid. *Act. Erud. An.* 1686. p. 175, 176.

 orum

orum famæ ruina petitas in se cumulare laudes, quis non abhorreat? Ego præstantissimorum Virorum, quos etiam non lacessitus aggreditur *D. T.* Causam sibi ipsis vel aliis suscipiendam committens pauca addam in defensionem celeberrimi Viri D. D. *Barrow*, in quem, mea de causa, tam furiosè invehitur.

Inventa Domini Barrow *nimium quantum extollit.*—— Piæ memoriæ Virum, in omni scientiarum genere versatissimum, ejusque egregia inventa satis extollere non potui: tantum enim & meritò apud omnes probos & eruditos honorem assequutus est, ob summam Virtutem, & Naturæ suæ suavitatem, profundæ & omnigenæ eruditioni conjunctam. Iis, quæ ad famam ejus minuendam notavit *D. T.* hæc repono. Primò, generalia illa Theoremata, quæ inventis Domini *Barrow* prævalere ait, non sua, sed ipsius esse D. *Barrow* inventa: Sunt enim Exempla tantùm problematis ejus universalis ab ipso in pag. 125, *Lect. Geom, soluti*; atque hæc vera causa est, ob quam Dominus *D. T.* Theorematum inventionum celaverit; quæ tamen quivis Tyro ope Problematis Baroviani invenire potest. Secundò, Dominus *D. T.* Methodum suam pro *maximis* & *minimis* ex Lectionibus Geometricis Domini *Barrow* desumpsit, ut primò intuitu constabit cuivis, qui conferet pag. 146. *Lect. Geom.* cum pag. 122. *Act. Erud. Anni* 1683. Ubi eandem prorsus Methodum reperiet, primò à Domino *Barrow* inventam, & postea à Domino *D. T.* sibi ipsi arrogatam. Tertiò, non Heuratio, sed Cavallerio, quem strenuè contra Tacquetum defendit D. *Barrow*, debetur hæc Methodus inveniendi Theoremata: Ante Heuratium innotuit Triangula similia esse proportionalia, & Curvas esse Polygona indefinitorum laterum, quæ ad hoc efficiendum (ipso domino *D. T.* fatente) cognovisse sufficit. Mirari itaque desinat D. *Barrow*, Heuratii mentionem nullibi fecisse; & miretur potius, quod ipse tam ignominiosè de illo scripserit, ex cujus Operibus expilavit, quicquid solidi de Figurarum Quadraturis, quicquid etiam de *maximis* & *minimis* hactenus ediderit: Nullus equidem est, quin jure mirari possit, Dominum *D. T.* sua toties decantata Theoremata, illius inventis præferenda esse asserere, cum unius tantum horum Problematis pars, eaque perexigua, illa omnia existant. Quod fusiùs demonstrarem, nisi scirem, quod, quicunque hæc nostra lecturus sit, comparando loca citata rem ita se habere percipiet. Quartò, per Methodum meam ope Theorematis Barovinani sic solvitur Problema, cujus solutionem extemplo sine calculo se dedisse ait.

Fig. 12. Sit EDK Curva Geometrica, cujus Tangens AD, Ordinata

DB$=x$,

DB$=x$, Abſciſſa EB$=y$, ſitque DC Tangenti AD perpendicularis; Curvam EDK determinare, ubi Quadratum BC in lineam BD ſemper æquale ſit Cubo datæ Lineæ FG$=a$. Ex natura Problematis erit BC$q \times x = a^3$, unde BC$=\sqrt{\frac{aaa}{x}}$; & per Methodum noſtram præcedentem, $ny\sqrt{\frac{a^3}{x}} = x^n$, & determinando ($n$) ut jam explicavi invenies $n=\frac{5}{2}$, unde $\frac{5}{2}y\sqrt{\frac{aaa}{x}} = xx$, ſeu $25\,a^3y^2 = 4x^5$, quæ æquatio definit naturam Curvæ quæſitæ EDK; erraſſe proinde Typographum video, qui in Leibnitii ſolutione poſuit $4\,a^3y^2 = 25\,x^5$.

Nec majori difficultate eodem modo invenietur Solutio hujus univerſalis; *Invenire Curvam* EDK, *ubi quæcunque poteſtates linearum* BC, BD *inter ſe multiplicatæ, æquales ſint convenienti poteſtati lineæ datæ* FG$=a$; Sit e exponens lineæ BD, & r exponens poteſtatis lineæ BC, unde $r+e$ eſt conveniens exponens lineæ datæ, FG$=a$; ideoque ex natura problematis $\overline{BC}|^r \times x^e = a^{r+e}$; unde BC$=\sqrt[r]{\frac{a^{r+e}}{x^e}}$; ideoque ad problema meum generale reducitur, juxta cujus ſolutionem erit $ny\sqrt[r]{\frac{a^{r+e}}{x^e}} = xx$; & determinando ($n$) ut jam expoſui invenies utique $n=\frac{2r+e}{r}$; ideoque Æquatio erit $\frac{2r+e}{r}y\sqrt[r]{\frac{a^{r+e}}{x^e}} = xx$. Atque ſic non unum tantum, eumque ſimpliciſſimum, ſed omnes poſſibiles caſus ſub uno calculo complexus ſum.

Hæc ſunt, quæ à me invito extorſit Dominus *D. T.* quæque ſpero finem mihi propoſitum habitura, qui quidem alius non eſt, quam ut ipſe de ſuo penu meliora promat, vel ſaltem de aliorum inventis humaniùs ſcribere diſcat.

NOVA

NOVA METHODUS

Determinandi

LOCA GEOMETRICA.

OMnes Locorum Solidorum Casus ad quatuor Theoremata generalia reduco, quorum primum, omnes Casus in quibus Locus quæsitus est *Parabola*; secundum & tertium omnes Casus, in quibus locus quæsitus est *Hyperbola*; quartum denique omnes Casus, in quibus Locus quæsitus est *Ellipsis*, universaliter comprehendit; atque has peculiares habent utilitates, quod nullas Æquationis primò conceptæ reductiones vel transmutationes requirant; Linearum in quolibet casu ducendarum positiones simul & magnitudines definiant, absque ullo respectu ad multiplices illas regulas pro variis signis + & —, & æquationum variis formulis considerandas.

THEOR. I.

Fig. 13. *SINT* x, y, *quantitates incognitæ & indeterminatæ, & fiat alterutrius harum, puta* x, *initium certum & immutabile punctum* A, *& ab hoc puncto per rectam* AE *positione datam indefinitè se extendere intelligatur; sitque Angulus datus vel assumptus, quem faciunt* x *&* y, *æqualis Angulo* AED.

CONSTRUCTIO.

Ducantur AK, BC parallelæ ad ED, per A & C ducatur linea indefinita ACF, cui à puncto K parallela agatur alia Linea indefinita KH, in qua assumatur punctum aliquod G; tum vertice G circa Diametrum GH describatur Parabola GD: quantitates autem

autem sic notentur, AE$=x$, ED$=y$, AB$=m$, BC$=n$, AC$=e$, AK$=k$, KG$=l$; sitque r latus rectum Parabolæ, ex cujus notissima proprietate invenietur.

Theor. 1. Pars 1.

$$\left.\begin{array}{l} y^2 + \dfrac{2nxy}{m} - 2ky + \dfrac{nnxx}{mm} - \dfrac{2nkx}{m} + kk \\ \qquad - \dfrac{rex}{m} + rl \end{array}\right\} = o.$$

Secundò, *Sit* A *initium immutabile quantitatis* x *per rectam* AE Fig. 14. *positione datam extensæ; Sitque Angulus quem faciunt* x & y *æqualis Angulo dato vel assumpto* AED.

CONSTRUCTIO.

Per A ducatur AL parallela ad ED, & à puncto ejus aliquo B agatur BC parallela ad EA, per A, C ducatur indefinita ACF; tum à puncto aliquo K in linea AE sumpto ducatur KH parallela ad AF; denique à puncto G in linea KH sumpto circa Diametrum GH describatur *Parabola* GD; quantitates etiam, ut supra, notentur, AE$=x$, ED$=y$, AB$=m$, BC$=n$, AC$=e$, AK$=k$, KG$=l$, latus rectum $=r$; erit rursus.

Theor. 1. Pars 2.

$$\left.\begin{array}{l} x^2 + \dfrac{2nyx}{m} - 2kx + \dfrac{n^2y^2}{mm} - \dfrac{2nky}{m} + kk \\ \qquad - \dfrac{rey}{m} + rl \end{array}\right\} = o.$$

Cum æquatio aliqua data vel inventa locum à *Parabola* determinandum includit; eandem comparo cum altera parte hujus Theorematis, nempe singulos hujus cum singulis illius terminis, secundum cognitas comparationum leges, & hoc modo innotescent quantitates k, l, m, n, e, r, determinationi specialis Casus convenientes. Describenda enim est *Parabola* juxta præscriptum Constructionis istius partis Theorematis, quacum instituta fuit

fuit Comparatio, niſi quod pro quantitatibus k, l, m, &c. quæ in Theoremate tam quoad magnitudinem, quam poſitionem arbitrariæ ſumuntur, aſſumendi ſint earum valores ex comparationibus inventi, qui magnitudinem ſimul & poſitionem linearum k, l, m, &c. determinabunt.

Ut hoc melius intelligatur notandum, 1. Quod quantitates (m) (e) nunquam poſſunt eſſe nihilo æquales. 2. Quod m & n inveniuntur, cum inventa eſt earum ratio. 3. Quod m, n inventis, inventa ſupponitur e. 4. Quod exiſtente $n=0$, erit $m=e$, quia tum coincidunt puncta B, C, & proinde etiam Lineæ AC, AB. 5. Quod quando valores unius aut plurium quantitatum k, l, m, &c. ſunt negativi, tum lineæ, quas deſignant, ducendæ ſint in partes contrarias iis, ad quas ducuntur, in conſtructione Theorematis; ſin affirmativi ſint, ad eaſdem, ex Algebra notum eſt. Atque hæc omnia de *Hyperbola* etiam & Ellipſi dicta intelligantur.

Me non latet clariſſimum *Schootenium* in ſuis in Carteſii Geometriam Commentariis, quantitates quaſdam incognitas, ex earum cum cognitis comparatione determinare. Deſideratam tamen Methodi univerſalitatem ipſi non innotuiſſe conſtat. Primò, quod æquationis propoſitæ reductionem requirat. Secundò, quod æquationis ſic reductæ partem extra vinculum per regulas particulares ex ſignis $+$ & $-$ dependentes conſtruendam eſſe ſupponit, partem ſolummodo, quæ ſub vinculo includitur, per comparationes determinans. Tertiò, quod Comparationes, quas inſtituit, linearum magnitudines tantùm, non verò earum poſitiones determinent. Neutiquam verò hæc ſic acccipienda velim, quaſi clariſſimi Viri labores parvi faciam; ille enim finem ſibi propoſitum egregiè aſſequutus eſt, quem non inventionem, ſed *Carteſii* regularum demonſtrationem hìc reddere voluiſſe manifeſtum eſt.

Exemp. 1. Si æquatio ſit $y^2 - ax = 0$, eam comparo cum prima parte Theorematis.

Erit Prima Comparatio $\frac{2n}{m} = 0$, unde $n = 0$, & proinde $m = e$, (per Not. 4.)

Secunda $-2k = 0$, unde $k = 0$.

Tertia $\frac{n^2}{m^2} = 0$, ſic denuo $n = 0$.

Quarta

Quarta $-\frac{2nk}{m}+\frac{re}{m}=+a$, unde $r=a$.

Quinta denique Comparatio $kk+rl=o$, unde $l=o$.

Ex his habetur loci ſpecifica determinatio: nam ſecundum præſcripta prioris partis, poſitione datur vel aſſumitur linea AE, cui in angulo dato vel aſſumpto ducatur ED; jam quia $BC=n=o$, ideo lineæ AC, AF coincidunt (per not. 4.). A puncto A capiatur $AK=k=o$, ideo etiam puncta A, K, & lineæ KH, AF coincidunt. Et quia $KG=l=o$, ideo punctum G cum punctis A, K coincidunt. Itaque vertice G (ſeu A vel K) circa Diametrum GH (ſeu AE vel AF) deſcribe parabolam GD, cujus latus rectum ſit $r=a$; eritque Parabola ſic deſcripta locus quæſitus, in qua quælibet $AE=x$, $ED=y$.

Exemp. 2. Sit æquatio data $y^2-ax+bb=o$, hæc cum prima Theorematis parte comparata dabit,

Primò, $\frac{2n}{m}=o$, unde $n=o$.

Secundò, $-2k=o$.

Tertiò, $\frac{nn}{mm}=o$, ſic rurſus $n=o$, & proinde $m=1$ (not. 4.)

Quartò, $-\frac{2nk}{m}+\frac{re}{m}=+a$, unde $r=a$.

Quintò, $kk+rl=bb$, unde $l=\frac{bb}{a}$.

Ex quibus juxta præſcriptum prioris partis locus ſic determinatur. Ducatur vel poſitione detur linea indefinita AE, quacum ED faciat Angulum datum vel aſſumptum AED; jam quia $BC=n=o$, ideo puncta B, C, & lineæ AE, AF coincidunt (per not. 4.) & quia $AK=k=o$, ideo etiam puncta AK, & lineæ AF, KH coincidunt: capiatur $KG=l=\frac{bb}{a}$ (ad eaſdem partes cum Schemate constructionis in priori parte adhibitæ, quia valor quantitatis l eſt affirmativus per not. 5.) tum vertice G circa diametrum GH (ſeu GE vel GF) deſcribe Parabolam GD cujus parameter ſit $r=a$, dico hanc Parabolam eſſe locum æquationis propoſitæ quæſitum, in quo $AE=x$, $ED=y$.

Exemp. 3. Sit æquatio $y^2 + ax - bb = o$, quæ cum priori parte Theorematis comparata dabit,

Primò, $\frac{2n}{m} = o$, unde $n = o$, $m = e$.

Secundò, $-2k = o$.

Tertiò, $\frac{nn}{mm} = o$, unde $n = o$ ut prius.

Quartò, $-\frac{2nk}{m} - \frac{re}{m} = a$, unde $r = -a$.

Quintò, denique $kk + rl = -bb$, unde $l = \frac{bb}{a}$.

Ex quibus juxta præscriptum Constructionis in priori parte adhibitæ, habetur specifica loci determinatio. Ducantur AE, ED,
Fig. 17. in angulo dato vel assumpto AED: jam quia $BC = n = o$ ideo coincidentibus punctis B, C, coincidunt etiam lineæ AE, ACF. Et quia $AK = k = o$, ideo etiam lineæ ACF, KH coincidunt; capiatur $KG = l = \frac{bb}{a}$, & vertice G circa diametrum GH describe Parabolam GD versus partes A tendentem, contrarias nimirum iis, ad quas ducitur in Schemate Theorematis (per not. 5.) quia valor lateris recti $r = -a$ est negativus; erit hæc Parabola locus quæsitus, in quo $AE = x$, $ED = y$.

Exemp. 4. Sit æquatio locum à parabola determinandum includens $xx + ay - bb = o$, quæ cum parte Theorematis secunda comparata dabit,

Primò, $\frac{2n}{m} = o$, unde $n = o$, $m = e$.

Secundò, $-2k = o$.

Tertiò, $\frac{nn}{mm} = o$, unde ut prius $n = o$.

Quartò, $-\frac{2nk}{m} - \frac{re}{m} = a$, unde $r = -a$.

Quintò,

Quintò, denique $kk + rl = -bb$, unde $l = \frac{bb}{a}$.

Ex quibus habetur ſpecifica loci determinatio juxta præſcriptum Conſtructionis in parte 2. adhibitæ. Ducantur AE, ED, in Angulo dato vel aſſumpto AED; quia $BC = n = o$, ideo AF, AL; & quia $AK = k = o$, ideo etiam lineæ AF, KH coincidunt: capiatur $KG = l = \frac{bb}{a}$; tum vertice G, latere recto $r = -a$ deſcribatur parabola circa diametrum GH deorſum verſus lineam AE tendens, quia valor parametri eſt negativus: erit Parabola ſic deſcripta locus quæſitus, in quo $AE = x$, $ED = y$. Fig. 18.

Exemp. 5. Sit æquatio $y^2 - \frac{bxy}{a} + \frac{bbxx}{4aa} - bx - dd = o$; quæ cum priori Theorematis parte comparata dabit,

Primò, $\frac{2n}{m} = \frac{-b}{a}$;

Secundò, $-2k = o$.

Tertiò, $\frac{nn}{mm} = \frac{bb}{4aa}$; jam quia (m) ſemper ſumi poſſit pro arbitrio (per not. 2) pono $m = a$, unde ex prima & tertia Comparatione $n = -\frac{1}{2}b$.

Quartò, $-\frac{2nk}{m} - \frac{re}{m} = -b$, unde $r = \frac{ab}{e}$.

Quintò, $kk + rl = -dd$, unde $l = -\frac{dde}{ab}$.

Ex quibus habetur Loci determinatio, juxta Conſtructionem in priori parte adhibitam. Ducantur AE, ED, in Angulo dato vel aſſumpto AED; in AE ſume $AB = m = a$; & à puncto B ducatur $BC = n = \frac{1}{2}b$ parallela ad ED, ſupra lineam AE (per not 5.) quia valor ejus eſt negativus. Per A & C ducatur linea indefinita ACF; jam quia $AK = k = o$, ideo puncta A, K, & lineæ AF, KH coincidunt; in linea KH (vel AF) capiatur $KG = l = -\frac{dde}{ab}$ Fig. 19.

 ad

ad partes sinistras puncti K, quia ad partes dextras sumitur in Schemate Theorematis, (per not. 5.) vertice G, latere recto $r = \frac{ab}{e}$ describatur Parabola GD circa diametrum GH, erit hæc parabola locus quæsitus in quo $AE = x$, $ED = y$.

Exemp. 6. Sit $\left.\begin{array}{l} x^2 + \frac{2byx}{a} - cx + \frac{bby^2}{aa} - \frac{bcy}{a} - \frac{1}{4}cc \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad - by \end{array}\right\} = 0.$

Hæc cum parte Theorematis secunda comparata dabit,

Primò $\frac{2n}{m} = \frac{2b}{a}$, posito ad arbitrium $m = a$, erit $n = b$.

Secundò, $\frac{nn}{mm} = \frac{bb}{a^2}$, ut in prima.

Tertiò, $-2k = -c$, unde $k = \frac{1}{2}c$.

Quartò, $-\frac{2nk}{m} - \frac{re}{m} = -\frac{bc}{a}$, unde $r = \frac{ba}{e}$.

Quintò, $kk + rl = -\frac{1}{4}cc$, unde $l = -\frac{ecc}{2ab}$.

Ex quibus habetur loci determinatio juxta præscriptum Constructionis secundæ partis. Ducantur itaque lineæ AE, ED in Angulo dato vel assumpto AED, & AL parallela ad ED, in qua capiatur $AB = m = a$, & à puncto B ducatur $BC = n = b$, parallela ad AE, per A & C ducatur indefinita linea ACF; & in AE capiatur $AK = k = \frac{1}{2}c$: à puncto K agatur KH (parallela ad AF) in qua capiatur $KG = l = -\frac{ecc}{2ab}$, ita ut G cadat infra K, quia in schemate secundæ partis G supra K (per not. 5.) Tum vertice G, & latere recto $r = \frac{ba}{e}$ circa diametrum GH describe parabolam GD; atque hæc erit locus quæsitus in quo $AE = x$, $ED = y$. Fig. 20.

Singulas literas ad Figuras hujus Theorematis spectantes, Figuræ uniuscujusque casus adjeci ut facilius appareret quomodo ex eodem

profluant

profluant exempla modo adducta; quæ desumpta sunt ex libro pereximio illustrissimi D. *Johannis de Witt*, qui hanc Geometriæ partem ad longe majorem perfectionem promovisset, nisi Fata cruenta Virum eripuissent de literaria Republica meritissimum.

THEOR. II.

SINT x, y, *quantitates incognitæ & indeterminatæ, & fiat alterutrius harum, puta* x, *initium certum & immutabile punctum* A, *à quo per rectam positione datam* AE *indefinitè se extendere intelligatur; sitque Angulus datus vel assumptus, quem faciunt* x, y, *æqualis Angulo* AED.

CONSTRUCTIO.

Ducantur AK, BC, parallelæ ad ED, & per A, C, ducatur linea indefinita ACF, cui à puncto K parallela ducatur KH, in qua assumatur punctum aliquod G; tum vertice G circa diametrum GH describe *Hyperbolam* GD, cujus latus rectum sit GP, transversum MG, & centrum N; quantitates sic notentur. AE$=x$, ED$=y$, AB$=m$, BC$=n$, AC$=e$, AK$=k$, KG$=l$, GN$=$GM$=t$, GP$=r$; tum ex natura Hyperbolæ invenietur.

THEOR. 2. PARS I.

$$\left.\begin{array}{l} y^2 + \dfrac{2nxy}{m} - 2ky + \dfrac{n^2x^2}{mm} - \dfrac{2nkx}{m} + kk \\ \qquad - \dfrac{re^2x^2}{2mmt} + \dfrac{relx}{mt} + rl \\ \qquad\qquad - \dfrac{rex}{m} - \dfrac{rll}{2t} \end{array}\right\} = 0.$$

Secundò, iisdem positis, *Constructio* erit ut supra: Ducatur AE parallela ad ED, à cujus puncto aliquo B ducatur BC ad AE parallela, & per A, C indefinita ACF, cui à puncto aliquo K (sumpto in linea AE) parallela sit KH; tum vertice G (in KH sumpto) circa diametrum HG describatur Hyperbola GD, cujus latus transversum GM, latus rectum GP, & centrum N, positis etiam ut supra

pra AE$=x$, ED$=y$, AB$=m$, BC$=n$, AC$=e$, AK$=k$, KG$=l$, GN$=$NM$=t$, GP$=r$; ex eadem Hyperbolæ proprietate invenietur.

THEOR. 2. PARS 2.

$$\left.\begin{array}{r} x^2+\dfrac{2nyx}{m}-2kx+\dfrac{nnyy}{mm}-\dfrac{2nky}{m}+kk \\ \mp\dfrac{re^2yy}{2mmt}+\dfrac{rely}{mt}+rll \\ -\dfrac{rey}{m}-\dfrac{rll}{2t} \end{array}\right\}=0.$$

Assumatur, exempli gratiâ, Cartesii Analysis pro Quæstione Veterum à Pappo memorata, ubi $y=m-\dfrac{nx}{z}+\sqrt{m^2+ox+\dfrac{p}{m}xx}$: & ad confusionem evitandam, pro m substituto c, d pro n, & b pro o; his positis, & æquatione ad formulam Theorematis reducta erit utique.

$$\left.\begin{array}{r} y^2+\dfrac{2dxy}{z}-2cy+\dfrac{ddx^2}{zz}-\dfrac{2dcx}{z} \\ \mp\dfrac{px^2}{c}-bx \end{array}\right\}=0.$$

Hæc cum prima Theorematis parte comparata dabit,

Primò, $\dfrac{2n}{m}=\dfrac{2d}{z}$, & sumpto ad arbitrium $m=z$, erit $n=d$.

Secundò, $-2k=-2c$, unde $k=c$.

Tertiò, $\dfrac{nn}{mm}-\dfrac{ree}{2m^2t}=\dfrac{dd}{zz}-\dfrac{p}{c}$; unde $t=\dfrac{reec}{2pzz}$.

Quartò, $\mp\dfrac{2nk}{m}+\dfrac{rel}{mt}-\dfrac{re}{m}=\mp\dfrac{2dc}{z}\mp b$; unde $l=\dfrac{reec-cezb}{2pzz}$.

Quintò,

Quintò, denique $kk+rl-\frac{rll}{2t}=o$, & ſubſtituendo valores quantitatum k, l, t, jam inventos, erit $\frac{rreec-bbczz}{4pzz}+ee=o$; quæ reducta dabit $r=\sqrt{\frac{bbz^2}{ee}-\frac{4pzzc}{ee}}=\frac{z}{e}\sqrt{bb-4pc}$.

Ex quibus habetur ſpecifica loci determinatio, ſecundùm præſcripta conſtructionis in priori parte ſecundi Theorematis adhibitæ; dummodo punctum C ſupponatur in Angulo EAR. Diligenter enim hic notandum eſt, quod in priori parte horum Theorematum, lineam ED (ſeu y) ſemper ſupra lineam AE, ideoque Curvam GD ſupra diametrum GH; ſicut in poſteriori parte Curvam GD ſemper ad dextras partes diametri GH ſuppoſuerim. Sed ſi, iiſdem poſitis, hanc ad partes dextras, illam verò infra diametrum GH deſcribendam ſuppoſueris, mutanda erunt ſigna ſecundi & tertii termini Theorematis, priuſquam fiat Comparatio illius, cum propoſita qualibet æquatione: quod pariter de primo & quarto Theoremate notandum. Vid. Fig. 26. pag. Geo. Cart.

Si diverſi proveniant valores quantitatum l, r, t, ex natura æquationis propoſitæ conſtabit, quinam ſint valores earum convenientes, qui ad locum quæſitum deſcribendum pertinebunt.

THEOR. III.

SINT Quantitates incognitæ & indeterminatæ x, y, *Angulum facientes datum vel aſſumptum* AED.

CONSTRUCTIO.

Ducatur AK parallela ad ED, in qua ex punctis G, R, erigantur normales HGT, & RS eidem AK vel ED parallelæ, tum aſſymptotis GL, GH, deſcribatur Hyperbola FSD tranſiens per punctum S. Ponatur $AE=x$, $ED=y$, $AK=k$, $KG=l$, $GR=r$, $RS=s$; erit

THEOR.

Theor. 3.

$$\left.\begin{array}{l} yx - kx + ly - lk \\ - rs \end{array}\right\} = o.$$

Ad hoc reducuntur omnes æquationes, in quibus nec xx nec yy reperiuntur, & habetur ſpecialis cujuſlibet determinatio per comparationem æquationis propoſitæ cum hoc Theoremate, ut in cæteris.

Exemp. 1. Sit $yx - bx + cy = o$ æquatio data;

Ex Prima Comparatione $+ k = + b$.

Ex Secunda, $l = c$.

Ex Tertia denique, $- lk + rs = o$, unde $s = - \frac{bc}{r}$.

Et quia plures non ſuperſunt Comparationes, ideo r ad arbitrium ſumi poteſt. Ex his juxta Conſtructionem in Theoremate adhibitam Locus ſic determinatur. Ducatur AE, & ex puncto A erigatur $AK = k = b$ angulum faciens KAE æqualem Angulo quem comprehendunt x, y, per K ducatur GKL parallela ad AE, in qua capiatur ut libet $GR = r$; ex puncto R ducatur $RS = s = - \frac{bc}{r}$, (infra GL quia ejus valor eſt negativus juxta not. 5. Theor. 1.) Tum Aſſymptotis GL, HGT, deſcribatur Hyperbola FSD tranſiens per punctum S; erit hæc Hyperbola Locus quæſitus, in quo $AE = x$, $ED = y$, &c.

Quamvis quantitas (r) quoad magnitudinem ſemper ad libitum aſſumi poſſit, poſitio tamen ejus ita ordinanda eſt, ut ED (ſeu y) ſemper dextrorſum cadat ſupra lineam AE, ut conſtat ex Conſtructione in Theoremate adhibita. Ad hoc efficiendum, ita explicandus eſt valor quantitatis (s) ut pars Hyperbolæ per punctum S tranſeuntis dextrorſum cadat ſupra Lineam AE: Aſſymptotorum altera ſemper eſt GR, altera verò eſt Linea ex puncto G parallela ad RS, & ad eaſdem partes ducta.

Exemp. 2.

Exemp. 2. Sit $yx+bx-cy=o$.

Erit Prima Comparatio $k=-b$.

Secunda, $l=-c$.

Tertia, $-lk-rs=o$, unde $s=-\frac{bc}{r}$.

Ex quibus Locus quæſitus ſic deſcribitur. Ducatur linea indefinita AE; Angulum faciens datum vel aſſumptum AED; à puncto A ducatur $AK=k=-b$ parallela ad ED; à K ducatur $KG=l=-c$, & parallela ad lineam AE (ratio poſitionis utriuſque patet ex not. 5. Theor. 1.) jam in explicatione quantitatis (s) conſiderandum eſt, quo pacto pars Hyperbolæ ſupra AE exiſtat, & quidem patet hoc fieri non poſſe, niſi RS cadat ſupra KG, id eſt, niſi valor quantitatis s (*ſcil.* $-\frac{bc}{r}$) fuerit affirmativus; & quia ſumendo GR ad ſiniſtras partes puncti G, id eſt, ſumendo valorem negativum quantitatis (r), valor lineæ (s) affirmativus erit (nam $s=\frac{-bc}{-r}=\frac{cb}{r}$) concludo arbitrariam quantitatem r ($=$GR) ſiniſtrorſum à puncto G ſumendam eſſe; ex R ducatur $RS=\frac{bc}{r}$; & à G ducatur GH ad RS parallela; Hyperbola Aſſymptotis GK, GH, per punctum S tranſiens erit locus quæſitus, in quo $AE=x$, $ED=y$.

Theor. IV.

SINT x, y, *quantitates incognitæ & indeterminatæ Angulum facientes datum vel aſſumptum* AED; *ſitque* A *initium immutabile quantitatis* x *per rectam* AE *poſitione datam extenſæ*.

Ducantur AK, BC parallelæ ad ED, & per puncta A, C, linea indefinita ACF, cui à puncto K parallela ſit KH, in qua ſumatur punctum aliquod H, tum vertice G circa diametrum GH deſcribatur ſemi-ellipſis GDM, cujus tranſverſum eſt GM, latus rectum GP, ac Centrum N; lineæ verò, ut ſupra notentur, *ſcil.* $AE=x$,

 $ED=y$,

$ED=y$, $AB=m$, $BC=n$, $AC=e$, $AK=k$, $KG=l$, $GN=MN=t$, $GP=r$: ex natura Ellipſeos invenietur.

THEOR. 4.

$$\left.\begin{array}{l} y^2 + \frac{2nxy}{m} - 2ky + \frac{n^2x^2}{mm} - \frac{2nkx}{m} + kk \\ \quad + \frac{reex^2}{2m^2t} - \frac{relx}{mt} + rl \\ \quad - \frac{rex}{m} + \frac{rll}{2t} \end{array}\right\} = 0.$$

Aſſumatur denuo Carteſii Analyſis, quando Locus Quæſtionem à veteribus propoſitam determinans eſt Ellipſis, *ſcilicet*, $y = c - \frac{dx}{z} + \sqrt{cc - bx - \frac{p}{c}xx}$; quæ ad formulam hujus Theorematis reducta dabit

$$\left.\begin{array}{l} y^2 + \frac{2dxy}{z} - 2cy + \frac{ddx^2}{zz} - \frac{2dcx}{z} \\ \quad + \frac{px^2}{c} + bx \end{array}\right\} = 0.$$

Facta Comparatione hujus cum quarto Theoremate invenietur,

Primò, $\frac{2n}{m} = \frac{2d}{z}$, ſumpto ad libitum $m=z$, erit $n=d$.

Secundò, $-2k = -2c$, unde $k=c$.

Tertiò, $\frac{n^2}{m^2} + \frac{ree}{2m^2t} = \frac{dd}{zz} + \frac{p}{c}$, unde $t = \frac{reec}{2pz^2}$.

Quartò, $-\frac{2nk}{m} - \frac{rel}{mt} - \frac{re}{m} = -\frac{2dc}{z} + b$, unde $l = \frac{becz - reec}{2pzz}$,

Quintò

Quintò denique, $kk + rl + \frac{rll}{2t} = o$, unde $t = \sqrt{\frac{bbe^2c^2 \mp 4pe^2ccc}{4p^2x^2}}$ $= \sqrt{\frac{bbx^2 \mp 4pax^2}{e^2}}$

Ex quibus habetur peculiaris hujus loci determinatio, juxta constructionem in hoc quarto Theoremate adhibitam.

Quando Angulus datus vel Assumptus AED est talis, ut Angulus GHD sit rectus, & ex comparationibus vel aliunde constet $r = 2t$, tum, Ellipsi in Circulum abeunte, planus existit. Circulus enim Ellipseos species est, cujus focorum distantia est nulla; vel quæ habet Transversum æquale lateri recto, necnon ordinatim Applicatas ad diametrum perpendiculares.

Exemp. 2. Sit $y^2 - 2ay + x^2 = o$, sitque Angulus quem faciunt GH, HD æqualis recto:

Erit Primò, $\frac{2n}{m} = o$, unde $n = o$, $m = e$, & quia (m) semper sumi potest ad libitum, fiat $m = a$, unde $e = a$.

Secundò, $-2k = -2a$, unde $k = a$.

Tertiò, $\frac{nn}{mm} + \frac{ree}{2m^2t} = 1$, unde $r = 2t$, unde constat Locum quæsitum esse Circulum.

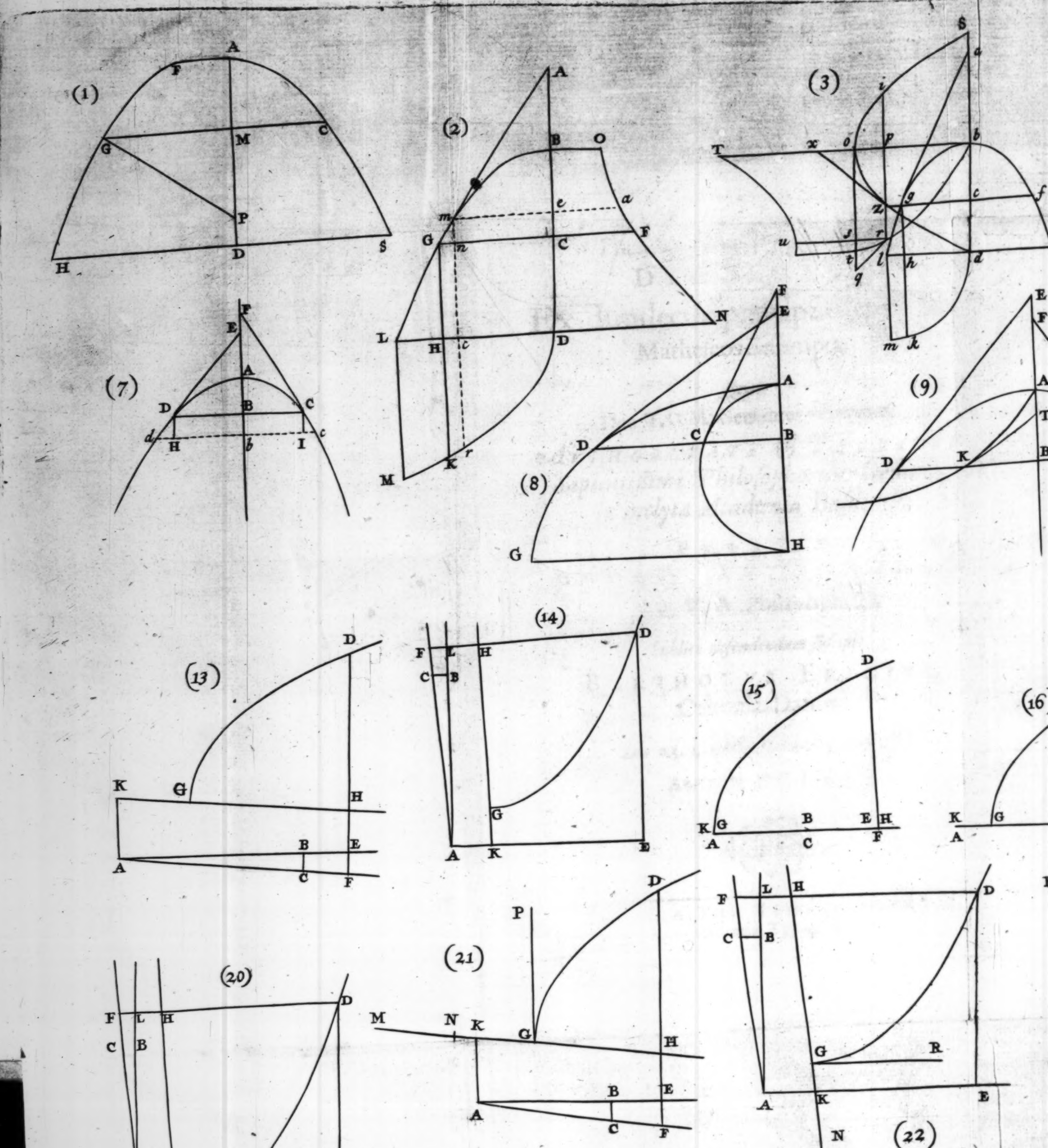
Quartò, $-\frac{2nk}{m} - \frac{rel}{mt} - \frac{re}{m} = o$, unde $l = -t$.

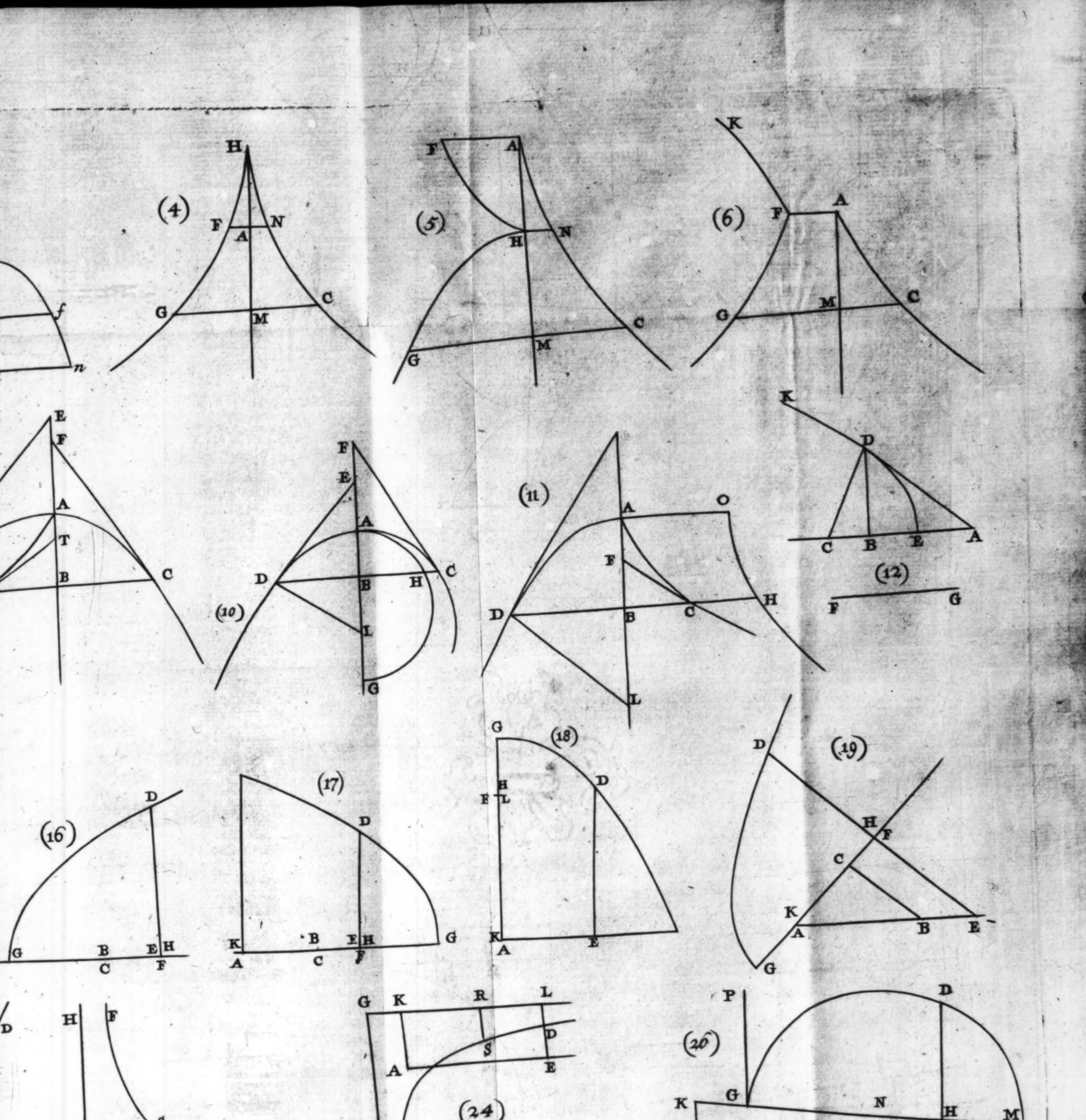
Quintò, $kk + rl + \frac{rll}{2t} = o$, unde $t = a$, & proinde $r = 2a$, $l = -a$.

Ex quibus, juxta Constructionem in quarto Theoremate adhibitam locus sic describitur. Ducatur AE, ipsique ad Angulos rectos ED; jam quia inventum est BC $= n = o$, ideo puncta B, C, & Lineæ AE, AF, coincidunt; ex puncto A erigatur normalis AK $= k = a$, & per K ducatur KH utrinque indefinita, & parallela

ad AF (ſeu AE), & fiat KG $= l = -a$; & quia GN $=$ MN $= t = a$, ideo GM $= 2t = 2a$, coincidentibus proinde punctis K, N. Centro itaque N, latere tranſverſo GM $= 2t = 2a$, & latere recto $r = 2a$ deſcribatur Ellipſis; hoc eſt centro N (ſeu K) & radio NG $=$ NK $=$ NM $= a$ deſcribatur Circulus AGDMO, atque hic erit locus quæſitus, in quo AE $= x$, ED $= y$, & EO $= y$. Ex primis enim Algebræ elementis notum eſt propoſitam Æquationem duas habere veras Radices.

FINIS.


(1)
(2)
(3)
(7)
(8)
(9)
(13)
(14)
(15)
(16)
(20)
(21)
(22)



(4)
(5)
(6)
(10)
(11)
(12)
(16)
(17)
(18)
(19)
(20)
(23)
(24)
(25)
(27)